radio und fernsehen

Zeitschrift für Radio · Fernsehen · Elektroakustik und Elektronik

Ein selbstgebauter Service-Kleinstoszillograf

PREIS DM 2,00 · 12. JAHRGANG
VERLAGSPOSTORT LEIPZIG · FÜR DBR BERLIN
MAI 1963 **10**

Ausgezeichnete Geräte der DDR

VEB VERLAG TECHNIK · BERLIN



AUS DEM INHALT

OBSAH

СОДЕРЖАНИЕ

VEB VERLAG TECHNIK
Verlagsleiter: Dipl. oec. Herbert Sandig
Berlin C 2, Oranienburger Straße 13/14.
Telefon 420019, Fernverkehr 423391, Fernschreiber 011441 Techkammer Berlin (Technikverlag), Telegrammadr.: Technikverlag Berlin

radio und fernsehen
Verantw. Redakteur: Dipl. oec. Peter Schäffer
Redakteure: Adelheid Blodszun,
Ing. Karl Belter, Ing. Horst Jancke
Veröffentlicht unter Liz.-Nr. 1109 des Presseamtes beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

Alleinige Anzeigenannahme:
DEWAG-WERBUNG BERLIN, Berlin C 2, Rosenthaler Str. 28/31 u. alle DEWAG-Betriebe in den Bezirksstädten der Deutschen Demokratischen Republik. Gültige Preisliste Nr. 1

Druck: Tribüne Druckerei Leipzig III/18/36

Erscheint zweimal im Monat, Einzelheft 2,— DM

Bestellungen nehmen entgegen

Deutsche Demokratische Republik: Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel, die Beauftragten der Zeitschriftenwerbung des Postzeitungsvertriebes und der Verlag
Deutsche Bundesrepublik: Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel und der Verlag
Auslieferung über HELIOS Literatur-Vertriebs-GmbH, Berlin-Borsigwalde, Eichhorndamm 141—167

Ausland:

Volksrepublik Albanien: Ndermarja Shetnore Botimeve, Tirana
Volksrepublik Bulgarien: Direktion R. E. P., Sofia, 11 a, Rue Paris
Volksrepublik China: Guozi Shudian, Peking, 38, Suchou Hutung
Volksrepublik Polen: P. P. K. Ruch, Warszawa, Wilcza 46
Rumänische Volksrepublik: Directia Generala a Postei si Difuziarii Presei Poltut Administrativ C. F. R. Bukarest
Tschechoslowakische Sozialistische Republik: Orbis Zeitungsvertrieb, Praha XII, Vinohradská 46 und Bratislava, Leningradska ul. 14
UdSSR: Die städtischen Abteilungen „Sojuspetschatj", Postämter und Bezirkspoststellen
Ungarische Volksrepublik: „Kultura" Könyv és hirlap külkereskedelmit vállalat, P. O. B. 149 Budapest 62
Für alle anderen Länder: VEB Verlag Technik, Berlin C 2, Oranienburger Straße 13/14

CONTENTS

Titelbild:
Erstmalig wurde zur diesjährigen Leipziger Frühjahrsmesse vom Deutschen Amt für Material- und Warenprüfung und dem Leipziger Messeamt ein Diplom an ausgezeichnete Geräte vergeben. Unser Titelbild zeigt die Exponate unseres Fachgebietes, die das Diplom in Anerkennung hohen wissenschaftlich-technischen Niveaus erhielten. Es handelt sich um die Geräte AM/FM-VM-Meßgenerator Typ 2039, VEB Funkwerk Erfurt; Frequenzzeiger FZ 301, VEB Funkwerk Dresden; Einkanal-Batterie-Elektrokardiograph BEK-3, VEB Meßgerätewerk Zwönitz; Betriebsempfänger des VEB Funkwerk Dabendorf, entwickelt im VEB Funkwerk Köpenick; und um die Richtfunkanlage RVG 958 des VEB RAFENA-Werke Radeberg, über die wir bereits im Heft 9 (1963) ausführlich berichteten. Nicht gezeigt wird die ebenfalls ausgezeichnete Typenreihe Strahlungszählrohre des VEB Vakutronik. Foto: H. Blunck

UNSERE LESER SCHREIBEN

Mit meinem Fernsehgerät „Lotos" ist es mir dieser Tage gelungen, im Kanal 9 und 10 das Fernsehprogramm der DDR dauernd zu verfolgen. Wahrscheinlich ist das Bild im Kanal 10 der Fernsehsender Dresden, und im Kanal 9 Leipzig. Das Dresdener Bild ist bedeutend besser, als das aus Leipzig. Das Bild ist gut zu erkennen, nur ist es etwas „verschneit". Ich nehme an, daß der Hauptgrund dafür der ist, weil in meinem Fernsehgerät im Tuner die Norm nach OIRT verwendet wird. Es ist mir bekannt, daß viele „Lotos"-Geräte nach der DDR exportiert werden, und zwar mit der CCIR-Norm. Wäre es Ihnen möglich, mir mitzuteilen, wo ich Kanalwählerstreifen für meinen Apparat nach der CCIR-Norm erhalten könnte?

Meine zweite Frage ist: Könnten Sie mir eine Nummer einer Fachzeitschrift empfehlen, in welcher genau beschrieben wird, wie der Ton von Sendern nach der CCIR-Norm in meinen Gerät empfangen werden kann?

R. H., Praha, ČSSR

Wir teilen Ihre Vermutung über den Standort der von Ihnen empfangenen DDR-Fernsehsender. Das Rauschen ist allerdings kaum von der unterschiedlichen Fernsehnorm zwischen Sender und Empfänger verursacht, sondern eine Folge der geringen Feldstärke, mit der die Sender Leipzig und Dresden in Prag einfallen. Hier könnte nur eine Antenne mit größerem Gewinn, notfalls höher angebracht, Abhilfe schaffen.

Maßnahmen zum Empfang des Begleittones von CCIR-Fernsehsendern in OIRT-Fernsehempfängern beschrieben wir bereits im Heft 24 (1956) — leider ist dieses Heft bei uns längst vergriffen. Deshalb kurz das Prinzip:

In einem zweiten Überlagerer vor dem Differenztonverstärker wird die am Videogleichrichter entstandene Differenzfrequenz von 5,5 MHz durch Überlagern mit einer Hilfsfrequenz (12 oder 1 MHz) in die 6,5 MHz der DF-Bandfilter umgesetzt. Die Schaltung ist unkritisch, besonders bei Verwendung eines 13-MHz-Oszillators, zweckmäßig ist eine PCF 82, bei der das Triodensystem als Oszillator, das Pentodensystem als Mischer arbeitet. Der Überlagerer bleibt auch bei Empfang der OIRT-Sender in Betrieb, es wirkt dann nur das Pentodensystem als zusätzlicher (Geradeaus-)Verstärker. Eventuell sind gewisse Abgleicharbeiten am Empfänger notwendig. Andere Kanalstreifen — die Sie für ein Fernsehgerät der CSSR-Produktion wohl eher erhalten können als wir — sind nicht notwendig, es genügt, den benachbarten OIRT-Kanalstreifen „hinzuziehen" (Schraube in der Oszillatorspule, notfalls Windungen zusammendrücken oder auseinanderziehen).

*

Betr.: radio und fernsehen 4 (1963) S. 97 – Gibt es Tonbänder mit verschiedenen Frequenzen – Testband –. Bezugnehmend auf Ihre obige Veröffentlichung kann ich Ihnen ergänzend mitteilen, daß es Meßbänder für 9,5 cm/s sowie 19,05 cm/s gibt.

Der Hersteller ist der VEB Filmfabrik AGFA Wolfen. Der Einzelpreis dieser Bänder beträgt 50,– DM.

Die AGFA-Meßbänder bestehen jeweils aus vier Teilen.

1. Pegeltonteil mit einer Aufzeichnung von 333 Hz zum Einstellen des Bezugspegels.
2. Aufzeichnung zur Spalteinstellung des Hörkopfes. Er enthält eine Frequenz von 8000 Hz und außerdem eine Frequenz von 333 Hz 10 dB unter Bezugspegel, die zur überschlägigen Ermittlung des Frequenzganges dient.
3. Frequenzgangteil. Dieser Teil dient zur betriebsmäßigen Einstellung des Frequenzganges des Wiedergabekanals und enthält folgende Frequenzen: 333/40/60/125/333/500/1000/2000/4000/6000/8000/10 000/12 000/333 Hz (333 Hz 20 dB unter Bezugspegel).
4. Teil ohne Aufzeichnung, dient zur Einstellung des Aufsprechkanals.

K.-H. L., Teltow

Vielen Dank, uns war dies neu. Frage: Wissen es nun alle Einzelhandelsgeschäfte, die Tonbandgeräte und deren Zubehör verkaufen?

*

In den Heften 16 und 17 (1962) ist eine Bauanleitung für einen Stereoverstärker mit Studioqualität enthalten. Warum wurde keine Zusammenstellung der verwendeten Einzelteile und deren Belastungen mit gedruckt? Ich selbst bin Rundfunkmechaniker, aber leider meßtechnisch nicht dazu in der Lage, die Belastbarkeit der R- und C-Teile selbst auszumessen. Es wäre sehr freundlich von Ihnen, wenn Sie mir helfen könnten.

D. G., Berlin-Pankow

Wie Sie sicher schon bemerkt haben, entspricht es durchaus nicht den Gepflogenheiten unserer Zeitschrift, für alle Bauanleitungen komplette Stücklisten anzuführen (u. a. sind wir hierbei auch von unseren Autoren abhängig). Ihre Karte setzt uns aber doch etwas in Erstaunen: Sollten Sie als Rundfunkmechaniker wirklich nicht in der Lage sein, die Belastbarkeit von Widerständen anhand der an ihnen stehenden Spannung auszurechnen? Es gibt doch sogar Nomogramme für diesen Zweck! Falls Sie es vergessen haben sollten: Die elektrische Leistung ergibt sich aus der Beziehung U^2/R, eine Überdimensionierung schadet dabei natürlich nie (lieber einen 0,5-W-Widerstand dort verwenden, wo ein 0,25-W-Widerstand „gerade" reichen würde usw.). Und bei Kondensatoren? Wenn die an ihnen stehende Spannung bekannt ist — und diese zu ermitteln dürfte im allgemeinen kein Problem sein —, dürfte doch wohl keine Schwierigkeit bestehen! Also, etwas mehr Selbstvertrauen und viel Erfolg!

Im nächsten Heft finden Sie unter anderem ...

- Bauanleitung: Ein kombinierter Sinus-Rechteckwellengenerator für 20 Hz ··· 250 kHz
- Eine Schaltung zur Erzeugung fallender Strom-Spannungskennlinien
- Diodenmischstufe als Zusatzgerät zum Serviceoszillografen EO 1/70 (EO 1/71)
- Der Einsatz von Halbleitern in UHF-Fernsehtunern
- Die prinzipiellen Anwendungen der Reaktanzstufe

Nachrichten und Kurzberichte

▼ **Der neue künstliche Erdtrabant „Kosmos 15“** wurde am 22. April 1963 in der Sowjetunion gestartet. Die Umlaufzeit um den Erdball beträgt 89,77 Minuten, der Neigungswinkel der Flugbahn zum Äquator 65 Grad null Minuten, die größte Entfernung von der Erde 371 km und die geringste 173 km.
„Kosmos 15“ ist mit wissenschaftlichen Apparaturen zum Messen der Bahn ausgestattet. Der eingebaute Sender arbeitet auf der Frequenz 19,996 MHz. Die übrigen an Bord befindlichen Geräte sind für die Fortsetzung der Erforschung des kosmischen Raumes, [s. radio und fernsehen 7 (1962) S. 198] bestimmt.

▼ Den gleichen Aufgaben dient der Erdsatellit **„Kosmos 16“**, der seit dem 28. April 1963 den Erdball mit einer Umlaufzeit von 90,4 Minuten in einer Bahn umkreist, deren Apogäum 401 km, deren Perigäum 207 km und deren Neigungswinkel zur Äquatorebene 65° 01″ beträgt.

▼ **1 500 000 Fernsehempfänger** haben seit Aufnahme der Produktion im Jahre 1950 den VEB RAFENA Werke verlassen. 18 verschiedene Typen wurden in dieser Zeit gefertigt, angefangen vom „Leningrad“ bis zum heutigen „Stadion“.

▼ **Weltumspannende Fernsehübertragungen von den Olympischen Spielen 1964** in Tokio sind geplant. Japanische Konstrukteure arbeiten an der Entwicklung künstlicher Erdsatelliten, von denen drei auf eine 24-Stunden-Bahn in etwa 35 800 km Höhe über den Äquator gebracht werden sollen.

▼ **Erfolgreiche Versuche der Leitfähigkeitsveränderung** von Germanium- und Siliziummonokristallen durch Diffusion von Donoren und Akzeptoren mittels einer Plasmafackel wurden am Lehrstuhl für Elektronik und Vakuumphysik der Universität in Brno (ČSSR) in Zusammenarbeit mit dem Betrieb Tesla Rožnov durchgeführt. Die Methode wurde zum Patent angemeldet.

▼ **Die städtischen Verkehrsbetriebe in Plzen (ČSSR)** benutzen zu Meldungen an die Dispatcherzentrale und zur schnellen Beseitigung von Betriebsschäden KW-Funkstationen, die in Straßenbahnwagen, Omnibussen und Oberleitungsbussen montiert sind.

▼ Eine leistungsfähige Abteilung für die **Entwicklung und Herstellung spezieller elektronischer Geräte** ist im Zentralinstitut für Kernphysik in Rossendorf bei Dresden geschaffen worden. Hier entstand z. B. innerhalb von nur neun Monaten ein Hochleistungsoszillograf, für den besonders in der gerätebauenden und in der Halbleiterindustrie großes Interesse besteht.
Eine weitere Arbeitsgruppe untersucht Fragen der digitalen Rechentechnik. Dazu gehört die Konstruktion eines Schnellspeichers für Datenverarbeitungsanlagen. Derartige Datenverarbeitungsmaschinen werden vor allem in verschiedenen Bereichen des Maschinenbaus, der Metallurgie und der Chemie eingesetzt.

▼ **Vorbereitungen zur Teilnahme am „Jahr der ruhigen Sonne 1964/65“** werden gegenwärtig im Meteorologischen Hauptobservatorium Potsdam getroffen. Das Institut, das sich mit seinen Einrichtungen schon am Internationalen Geophysikalischen Jahr 1957/58 beteiligte, übernahm für die gemeinsamen Forschungen der Wissenschaftler aus aller Welt ein Strahlungs- und ein Ozonmeßprogramm. Beide Programme dienen der Grundlagenforschung.

▼ **Die Frequenz 335 kHz** hat sich als am besten geeignet für den Funksprechverkehr unter Tage in Bergwerken usw. herausgestellt.

▼ **Das erste Rundfunkgerätewerk der Republik Kuba** wurde in Betrieb genommen. Es entstand mit Hilfe der Volksrepublik Polen.

▼ **Der millionste Fernsehteilnehmer** wurde jetzt in der Volksrepublik Polen registriert. Im Jahre 1952 gab es in Polen nur 24 Fernsehempfänger, 1960 waren es 425 000 Stück.

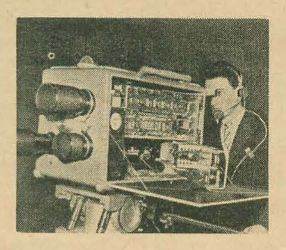
▼ Nach Taschkent und Tallin erhielt jetzt auch das **Fernsehzentrum Tbilissi** die technischen Einrichtungen, um Fernsehprogramme gleichzeitig in zwei Sprachen auszustrahlen. Die Sendungen erfolgen in russischer und grusinischer Sprache.

▼ **Holländische Versuche mit Stereorundfunksendungen** fielen so günstig aus, daß man beabsichtigt, das geplante dritte holländische Rundfunkprogramm ganz in Stereotechnik auszustrahlen.

▼ **Die Ausdehnung des Fernsehrichtfunknetzes der DDR** wurde in den letzten vier Jahren nahezu verdreifacht. Die 892 Leitungskilometer von 1958 erhöhten sich bis heute auf 2525 Leitungskilometer.

Neue Halbleiterbauelemente aus den USA

Die amerikanische Firma Raytheon entwickelte den neuen Silizium-UKW-Transistor 2 N 2808. Er wird nach dem Planar-Epitaxialverfahren hergestellt und ist als Verstärker bis 500 MHz geeignet. Bei einer Kollektor-Emitterspannung von 6 V und einem Kollektorstrom von 2 mA beträgt bei 200 MHz die Leistungsverstärkung 20 dB. In Oszillatorschaltungen kann der neue Transistortyp bis 1600 MHz eingesetzt werden.
Die gleiche Firma brachte eine neue Reihe von Si-Kapazitätsdioden in Allglasausführung heraus, die 63 Einzeltypen umfaßt. Sie ist für Mischer und Frequenzvervielfacher mittlerer Leistung (0,1 bis 10 Watt) im Frequenzbereich von 20 MHz bis 2000 MHz bestimmt. Die Sperrschichtkapazität der einzelnen Typen ist in 10%igen Schritten zwischen 1,8 und 8,2 pF gestaffelt. Der Serienwiderstand liegt zwischen 0,33 und 2,2 Ω. Die maximale Sperrspannung der einzelnen Typen liegt im Bereich von 45 bis 120 V (15-V-Staffel).



Dieses Bild der Fernsehuniversalkamera „FUK 2“ kennen Sie bereits von der Titelseite unserer Nr. 8 (1963). Sowohl in der Titelbildunterschrift als auch in unserer Beschreibung auf Seite 229 des genannten Heftes unterlief uns ein bedauerliches Versehen, das wir hiermit richtigstellen möchten. Die „FUK 2“ ist nämlich eine Gemeinschaftsentwicklung vom VEB Werk für Fernmeldewesen (nicht VEB Werk für Fersehelektronik, wie wir fälschlicherweise schrieben), dem VEB Carl Zeiss Jena und dem RFZ-Adlershof. Die Kollegen des Werkes für Fernmeldewesen bitten wir herzlich, uns zu verzeihen.

Ermittlung der Elektronendichte

Sowjetische Wissenschaftler entwickelten eine interessante Methode zur genauen Ermittlung der Elektronendichte in der Ionosphäre oberhalb der F-Schicht, d. h. oberhalb von 400···500 km. Sie gingen dabei von der Tatsache aus, daß sich die Ionosphäre im magnetischen Feld der Erde als doppelbrechendes Medium und die Radiowellen entsprechend dem Faradayeffekt verhalten. Bewegt sich die Quelle der Radiowellen (ein Satellit) oberhalb der höheren Ionosphärenschichten, so kommt eine kontinuelle Drehung der Polarisationsebene zustande. Wenn nun die Radiosignale des Satelliten an einer Stelle mit einer senkrecht polarisierten Antenne empfangen werden, ist es selbstverständlich, daß bei vertikaler Polarisation die Wellen am stärksten, bei horizontaler Polarisation aber am schwächsten einfallen. So kommt es zu einem regelmäßigen Schwanken der Signalstärke. Die Frequenz der Schwankungen ist der Umdrehungsgeschwindigkeit der Polarisationsebene proportional. Auf diese Weise können die Eigenschaften des doppelbrechenden Mediums und daraus die Elektronendichte in den untersuchten Ionosphärenschichten ermittelt werden.

Probleme des Leichtbaues und der ökonomischen Verwendung von Werkstoffen

ist das Thema einer Informationstagung, die der Fachverband Fahrzeugbau und Verkehr der Kammer der Technik mit seiner Kommission für Leichtbau gemeinsam mit der Institutssektion der KDT im Institut für Leichtbau Dresden am 28. Juni 1963 im Friedrich-Wolf-Heim in Dresden-Hellerau durchführt.
Interessenten aller Industrie- und Wirtschaftszweige wenden sich wegen der Übersendung von Einladungen an den Fachverband Fahrzeugbau und Verkehr der Kammer der Technik, Berlin W 8, Clara-Zetkin-Straße 115/117, Telefon: 22 55 31, App. 68 oder 69.

Als Neuheit in der „stern-Serie“ vom VEB-Stern-Radio Rochlitz stellen wir Ihnen im nebenstehenden Bild „stern-5 Phono“ vor. Es ist eine Kombination von Transistorsuper (entweder die Wellenbereiche L, M oder M, K) und automatischem Plattenspieler für 17-cm-Schallplatten. Abmessungen in mm: 250×110×200; Gewicht 3,3 kp.



Statistik der Rundfunk- und Fernsehteilnehmer in der DDR

Stand vom 31. 3. 1963

Bezirksdirektion für Post- und Fernmeldewesen	Rundfunkteilnehmer insgesamt	davon Fernsehteilnehmer
Rostock	246 643	91 844
Schwerin (Meckl.) . . .	181 480	67 183
Neubrandenburg	184 103	65 582
Potsdam	367 761	145 626
Frankfurt (Oder)	205 883	77 168
Cottbus	252 200	89 440
Magdeburg	427 593	173 306
Halle (Saale)	633 795	231 466
Erfurt	385 225	147 687
Gera	237 900	83 267
Suhl	161 545	61 221
Dresden	668 592	209 340
Leipzig	553 248	171 142
Karl-Marx-Stadt	756 715	261 091
Berlin	436 222	144 164
	5 698 905 (+ 28 693)	2 019 527 (+ 127 050)

radio und fernsehen

ZEITSCHRIFT FÜR RADIO · FERNSEHEN · ELEKTROAKUSTIK · ELEKTRONIK

12. JAHRGANG · 2. MAIHEFT **10** 1963

Verwendung des FBA I im Physikhörsaal Teil 1

Autorenkollektiv des Lehrstuhls Physik des Pädagogischen Instituts, Karl-Marx-Stadt

Die Einsatzmöglichkeiten des industriellen Fernsehens sind bekanntlich äußerst vielseitig, doch werden sie noch viel zu wenig genützt. Welche Vorteile eine Fernbeobachteranlage z. B. für physikalische Demonstrationen im Hörsaal bringt, welche Probleme sich bei ihrer Installation im Hörsaal ergeben und welche Erfahrungen man im zweijährigen Versuchsbetrieb mit ihr machte, darüber berichtet im folgenden ein Kollektiv des Pädagogischen Instituts, Lehrstuhl Physik, Karl-Marx-Stadt, dem folgende Herren angehören: Günter Fuchß, Wilhelm Nagel, Bernhard Pabst, Manfred Wünschmann.

Schon seit jeher war die gute Sichtbarmachung von Experimenten in Hörsälen ein besonderes Problem. Bei einer vergleichenden Betrachtung der Möglichkeiten schneidet unter allen naturwissenschaftlichen Disziplinen die Physik dabei noch am besten ab. Hier stehen je nach Art der Versuche zur Auswahl: die Schattenwurfmethode, die verschiedensten Projektionsverfahren und der Großversuch, die Veranschaulichung mit überdimensionierten Geräten. Dies sollte aber bei der Vielzahl der Versuche und der Vielfalt der experimentellen Möglichkeiten nicht darüber hinwegtäuschen, daß es noch mancherlei Lücken gibt. In der Hauptsache sind es alle die Vorgänge, die entweder nur subjektiv der Beobachtung zugänglich sind oder doch nur einem kleinen Personenkreis gezeigt werden können. Darüber hinaus gibt es viele Versuche, die, mit den bisherigen Mitteln in großen Hörsälen dargeboten, nicht befriedigen können, desgleichen Demonstrationen, bei denen eine Vergrößerung der Geräte überhaupt nicht möglich ist.
Mit dem industriellen Fernsehen bietet sich ein Verfahren an, das in hervorragender Weise dazu geeignet ist, diese Lücken zu schließen.
Für physikalische Demonstrationen im Hörsaal ergeben sich mit einer Fernbeobachteranlage im einzelnen folgende Vorteile:

1. Durch die im Raum gleichmäßig verteilten Bildschreiber haben alle Studenten eine gleich gute Sicht.
2. Der Sehwinkel — das Kriterium bei jeder Veranschaulichung — kann in weiten Grenzen vergrößert werden, bis ins Lupen- und Mikrogebiet.
3. Der Zuschauerraum braucht nur schwach verdunkelt zu werden.
4. Es sind Versuche möglich, die bisher keinem größeren Zuschauerkreis gezeigt werden konnten.
5. Die Geräte und Apparate sind im Originalzustand verwendbar und brauchen nicht für die Demonstration im Hörsaal besonders hergerichtet zu werden.
6. Die erzeugten Schirmbilder bleiben erfahrungsgemäß gut im Gedächtnis haften.

Bei der Installierung einer derartigen Anlage in bereits vorhandene Hörsäle tauchen mancherlei Probleme auf, wie z. B. die Unterbringung der Verkabelung oder die bestmögliche Verteilung und Aufstellung bzw. Aufhängung der Bildschreiber.
Doch diese Fragen sind in den meisten Fällen durchaus günstig lösbar. Wenn man davon ausgeht, daß den vielen Vorteilen, die eine Fernsehanlage bietet, kaum einer ernsthaften Überprüfung standhaltende Nachteile gegenüberstehen, wird verständlich, daß das industrielle Fernsehen auch in die Hörsäle Eingang gefunden hat [1] [2] [3].
Im folgenden soll über die Erfahrungen berichtet werden, die während eines zweijährigen Versuchsbetriebes mit der Fernbeobachteranlage FBA I im Physikhörsaal des Pädagogischen Institutes Karl-Marx-Stadt gesammelt werden konnten.

Geräte der Anlage

Zur Grundausstattung der Fernbeobachteranlage FBA I vom VEB Werk für Fernmeldewesen gehören:

Fernkamera
Betriebsgerät
Kontrollbildschreiber
Bedienungszusatz

Im Lehrstuhl wurde diese Grundausstattung um sechs Bildschreiber erweitert. Ein Bildschreiber davon bleibt stets in Reserve. Wie der Versuchsbetrieb gezeigt hat, sind fünf Bildschreiber in einem Hörsaal mit etwa 100 Sitzplätzen ausreichend, um allen Studenten eine gute Sicht zu bieten. Das heißt verallgemeinert, je nach der Form des Raumes und der Anordnung des Gestühls lassen sich mit vier bis sechs Bildschreibern bei einer Entfernung der Studenten zwischen 1,70 m und 5,00 m vom jeweiligen Bildschirm kleine und mittlere Hörsäle bequem versorgen.

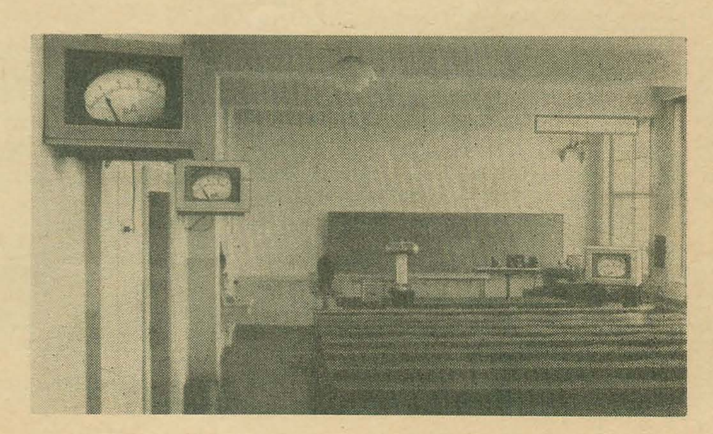


Bild 1: Kleiner Hörsaal des Lehrstuhls Physik

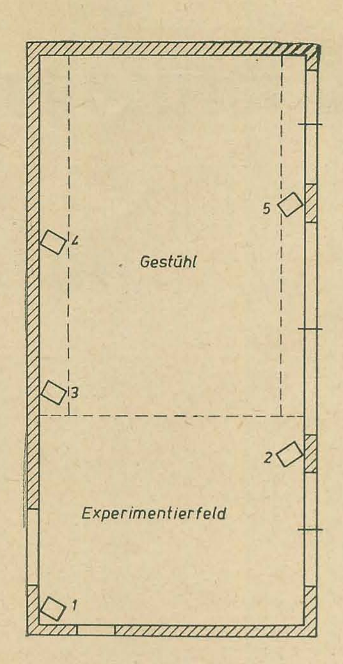


Bild 2: Anordnung der Bildschreiber im neuen Hörsaal des Lehrstuhls Physik

Bild 1 zeigt die Anordnung der Bildschreiber im ehemaligen Physikhörsaal des Pädagogischen Institutes.

Bild 2 veranschaulicht die Verteilung der Wiedergabegeräte im neuen Hörsaal. Es hat sich bewährt, zusätzlich zum Monitor der Grundausstattung noch einen Bildschreiber zur Einstellkontrolle für Helligkeit und Kontrast im Blickfeld des Experimentators zu haben (Bildschreiber 1 im Bild 2).

Aufnahmetechnik

Der Einsatz der FBA nach optischen Grundsätzen ist in folgender Form möglich:

1. für Normal- und Großaufnahmen,
2. für Nah- und Lupenaufnahmen, unter Verwendung von Zwischenringen, Tuben oder Mikroskop (ohne Okular),
3. für Mikroaufnahmen, mit Mikroskop,
4. für Sonderaufgaben, ohne Optik.

Die Aufnahmekamera ist mit dem Endikon F 2,5 M 1 ausgerüstet, einem dem Vidikon ähnlichen Typ mit einer lichtempfindlichen Halbleiterschicht. Bedingt durch die Verwendung eines Halbleitermaterials als Fotokatode besitzt dieser Aufnahmeröhrentyp zwei Eigentümlichkeiten: eine von der des menschlichen Auges etwas abweichende spektrale Empfindlichkeit und eine Trägheit der Halbleiterschicht, die als eine Zieherscheinung bei starken Kontrasten und schnellen Bewegungsabläufen in Erscheinung tritt. Bei den vielen sonstigen Vorteilen dieses Aufnahmeröhrentyps (wie Kleinheit und Empfindlichkeit) schränken diese beiden Eigenschaften die allseitige Verwendung für den vorliegenden Zweck in keiner Weise ein. Die spektrale Empfindlichkeit ist der des menschlichen Auges bereits weitgehend angeglichen. Es wurde festgestellt, daß eine Röhre F 2,5 M 1b Rot bevorzugt und Blau etwas benachteiligt wiedergibt. Für wellenoptische Versuche, wenn mit monochromatischem Licht gearbeitet wird, ist eine erhöhte Empfindlichkeit für ein bestimmtes Spektralgebiet sogar erwünscht. Der Zieheffekt, der nur bei großen Hell-Dunkel-Gegensätzen und an bewegten Objekten auftritt, wurde bisher nur bei der Abtastung von Oszillografenbildern beobachtet. Das kurzzeitige Nachleuchten kann aber ohne weiteres in Kauf genommen werden, denn gerade für die Übertragung von Oszillogrammen aller Art hat sich die FBA hervorragend bewährt (s. Bild 3).

Bei Groß- und Nahaufnahmen ist es ohne weiteres möglich, das Raumlicht im Experimentierfeld mit zur Objektbeleuchtung heranzuziehen. Es empfiehlt sich aber in jedem Fall, das Objekt mit ein oder zwei zusätzlichen Glühlampen zu je 100 oder 200 Watt anzustrahlen, wobei sich Opallampen besser bewährt haben als normale Glühlampen mit Klarglaskörper. Letztere ergeben an blanken Metallteilen starke Glanzlichter, die zu Übersteuerungen des Bildsignals führen können.

Im Zuschauerraum ist eine mäßige Verdunklung ratsam. Das erhöht die Konzentration der Zuschauer, auch erscheinen die Bilder kontrastreicher.

Für Mikroaufnahmen, d. h. für die Kombination von Mikroskop und Aufnahmekamera, können fast durchweg alle bekannten mikroskopischen Aufnahme- und Arbeitsverfahren angewandt werden. Darüber hinaus erlaubt das Mikrofernsehen Demonstrationen, die bisher nur schlecht möglich oder gänzlich ausgeschlossen waren, z. B. das Arbeiten mit hitzeempfindlichen Präparaten im Durchlicht oder die Wiedergabe mikroskopischer Objekte im Auflicht.

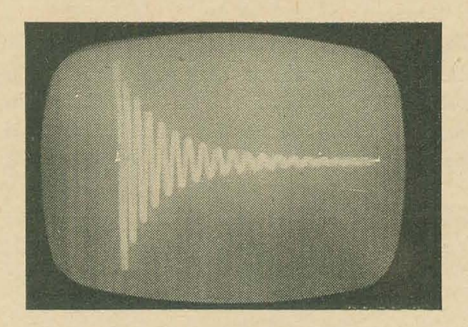


Bild 3: Übertragung eines Oszillogrammes (Aufnahme des Bildschirmes)

So ist z. B. das Sichtbarmachen der Brownschen Molekularbewegung mit der FBA auf allen Plätzen im Hörsaal in einer so überzeugenden Weise möglich, wie dies mit der Mikroprojektion nicht annähernd erreicht wird. Bei der Bedeutung dieser fundamentalen Erscheinung im gesamten Naturgeschehen kann diese Veranschaulichungsmöglichkeit gar nicht hoch genug eingeschätzt werden.

Mit sehr gutem Erfolg können auch mit der FBA sehr lichtschwache Beugungs- und Interferenzerscheinungen übertragen werden. Zu diesem Zweck wird die Kameraoptik entfernt und die Signalschicht des Endikons direkt als Auffangschirm verwendet. Die nutzbare Fläche, die vom Elektronenstrahl abgetastet wird, hat eine Größe von $9{,}6 \times 12{,}8\ mm^2$. Bild 4 ist auf diese Weise entstanden. Es stellt die Wiedergabe auf einem Bildschreiber dar, wie sie den Zuschauern im Hörsaal sichtbar ist.

Das schwierige Problem, solche lichtschwachen Erscheinungen einem größeren Zuschauerkreis vorzuführen, wurde mit einer Fernsehanlage leicht und überzeugend gelöst.

In zwangloser Folge sollen einige weitere Anwendungen genannt werden, die für die Fernsehübertragung besonders gut geeignet sind und sich während des Versuchsbetriebes hervorragend bewährt haben:

- Demonstration der Wilsonschen Nebelkammer (s. Bild 5),
- Beugungs- und Interferenzversuche,
- Versuchsanordnungen mit Halbleiterbauelementen,
- Demonstrationen an Funktionsmodellen,
- Abbildung von Meßgeräteskalen (z. B. von elektrischen Präzisionsinstrumenten, Kurzzeitmessern, Spezialthermometern usw.)

Ferner verdienen nach anderen Mitteilungen für physikalische Vorlesungen besondere Beachtung:

- Röntgenschirmabtastung,
- Übertragung von vorbereiteten Versuchen aus anderen Räumen des Institutes direkt in den Hörsaal.

Bei der Schaffung der Anlage mußte man davon ausgehen, daß das Videosignal der FBA I auf mehrere Bildschreiber zu übertragen ist, die in der benötigten Ausführung nicht handelsüblich sind. Wenn es auch im Prinzip möglich wäre, das Signal über den hierzu lieferbaren Adapter auf normale TV-Empfänger zu geben, so würde das eine sehr unrentable Lösung darstellen. In sämtlichen Empfängern wären HF-, ZF- und NF-Teil vollständig vorhanden, obwohl im vorliegenden Kurzschlußbetrieb auf sie verzichtet werden kann. Es mußten daher Bildschreiber entwickelt werden, die lediglich die hier notwendigen Teile enthalten: Hochspannung, Zeilen- und Bildablenkung, Videoverstärker. Dabei konnte weitgehend auf Schaltung und Bauteile industriell gefertigter TV-Empfänger zurückgegriffen werden. Aus Gründen der leichten Beschaffbarkeit aller Teile zum Zeitpunkt der Anfertigung

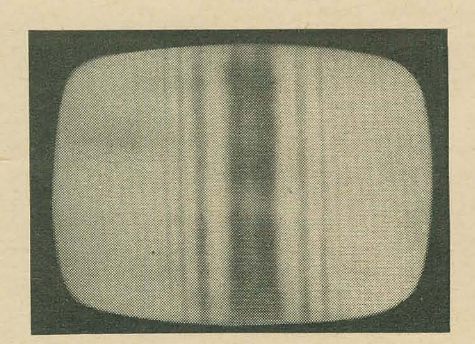


Bild 4: Beugung am Haar (Aufnahme des Bildschirmes)

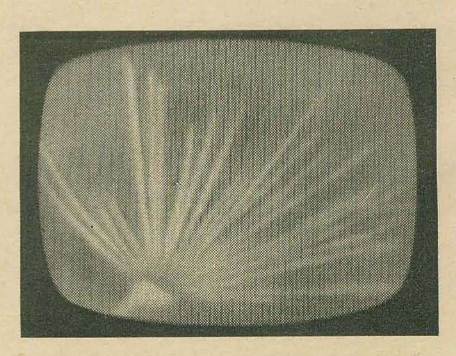


Bild 5: Wilsonsche Nebelkammer (Aufnahme des Bildschirmes)

diente der bewährte Typ „Dürer“ von Rafena als Grundlage des Entwurfs.

Der Videoverstärker mußte auf Grund der Signalspannung der FBA I (≈ 200 mV) verändert werden. Dabei ergaben sich zwei Möglichkeiten: 1. jeder Bildschreiber erhält einen mehrstufigen Videoteil und wird direkt von der FBA I versorgt, oder 2. das Signal wird zunächst in einem mehrstufigen zentralen Videoverstärker soweit verstärkt, daß in jedem Bildschreiber ein einstufiger Videoteil genügt.

Die Überlegungen ergaben, daß der letztere Fall die günstigere Lösung darstellt, da die Zahl der insgesamt benötigten Röhren erheblich kleiner ist als im ersteren Fall. Außerdem wird die Störanfälligkeit dadurch verringert, daß die Bildschreiber, die durch das Anbringen an den Wänden nicht gerade bequem zugänglich sind, nur eine Videoröhre enthalten, während der zentrale Videoverstärker leicht erreichbar ist, so daß bei Röhrenausfall in wenigen Minuten ein Austausch erfolgen kann. Außerdem wird durch den zentralen Verstärker (Verstärkung etwa 50fach) der Signalpegel im Kabel hoch genug, daß sich kaum Störungen von außen bemerkbar machen. Es ergab sich, daß der zentrale Verstärker mindestens zweistufig ausgeführt werden muß. Damit bleibt gerade genügend Reserve, um die Kabelanpassung über eine Anodenbasisstufe bewerkstelligen zu können. Die Phasenlage des Videosignals ist dann so, daß die Steuerung der Bildröhre an der Katode erfolgen kann. Dadurch läßt sich die bequeme Helligkeitssteuerung über das Gitter, wie sie allgemein üblich ist, beibehalten.

Die Schaltung des Verstärkers entspricht den Erfordernissen des Breitbandverstärkers, die hier nicht näher erläutert werden sollen (Bild 6). Eigentlich müßte auch der Gleichspannungsanteil des Videosignals übertragen werden, jedoch genügt es, eine untere Grenzfrequenz von etwa 20 Hz zu gewährleisten. An geeigneter Stelle macht sich dann allerdings eine Schwarzpegelhaltung erforderlich, die im Bildschreiber vorgesehen wurde (s. u.).

Die obere Frequenzgrenze muß bei 3 MHz liegen, um die Leistungsfähigkeit der Kamera voll auszunutzen. Dadurch kommen im Verstärker nur kleine Arbeitswiderstände in Frage [4] [5].

Frequenzkorrekturen sind durch je eine Drossel im Anodenkreis der beiden EF 80 und durch die frequenzabhängige Gegenkopplung am Katodenwiderstand der $Rö_2$ möglich.

Um die Anpassung an das 75-Ω-Koaxialkabel herzustellen, das das Signal an die Bildschreiber führt, kann praktisch nur die Anodenbasisschaltung in Frage kommen. Da je ein Kabel vom zentralen Verstärker aus nach den beiden Längswänden des Hörsaals führen muß, wurden zwei Ausgangsstufen angeordnet, von denen jede ein Kabel speist. Die Eingänge beider Stufen wurden über Entkoppelwiderstände parallel an den Ausgang von $Rö_2$ geführt.

Die Anodenbasisschaltung bringt allerdings einen Verstärkungsverlust mit sich. Da die Reserve relativ klein ist, mußte die Ausgangsstufe optimal dimensioniert werden. Mit Vorteil läßt sich, wie in [4] näher ausgeführt ist, eine Pentode verwenden, wenn der Schirmgitterkondensator direkt an Katode geführt wird. Wenn man ihn an Masse legt, geht der Pentodencharakter der Röhre in dieser Schaltung verloren; sie gleicht dann einer Triode, da Anode und Schirmgitter gleichermaßen wechselstrommäßig an Masse liegen.

Bei der Anpassung an das 75-Ω-Kabel muß man bedenken, ob die Kabellänge so groß ist, daß die Wellenausbreitung des Videosignals beachtet werden muß. Man kann sie bei $l < \lambda/10$ im allgemeinen vernachlässigen. Das bedeutet bei $\nu_{max} = 3$ MHz ein $\lambda = 100$ m und $l = 10$ m.

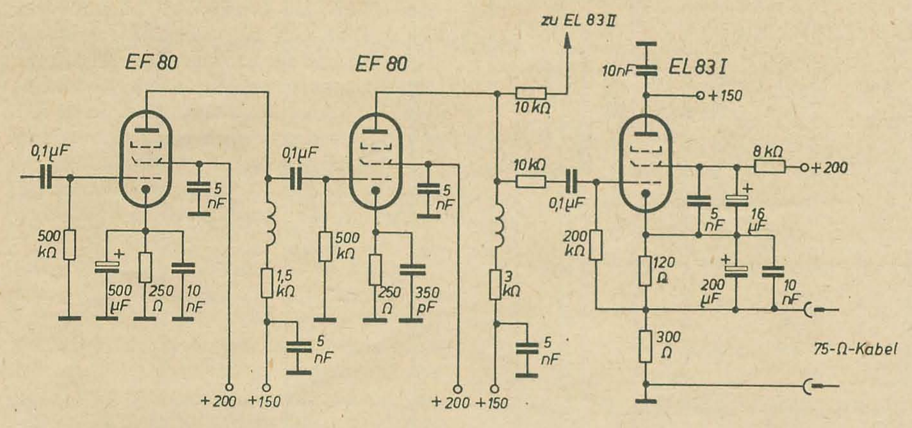


Bild 6: Stromlaufplan des zentralen Videoverstärkers

In diesen Fällen dient die AB-Stufe dazu, den nötigen kleinen Innenwiderstand der Quelle zu gewährleisten, damit durch die Kapazität des Kabels (≈ 8 pF/m) keine Absenkung der hohen Frequenzen erfolgt. Das Kabel selbst wird nicht mit seinem Wellenwiderstand abgeschlossen, sondern mit dem relativ großen Eingangswiderstand der Bildschreiber.

Im Mustergerät wurde dieser Weg beschritten, wobei als Arbeitswiderstand der Ausgangsstufe 300 Ω gewählt wurde. Der Ausgangswiderstand der Anodenbasisschaltung beträgt dann etwa 75 Ω, da er sich als Parallelschaltung von $R_i \approx 1/S \approx 100\ \Omega$ und dem genannten Arbeitswiderstand ergibt. Man erkennt, daß die in Frage kommende Kabelkapazität noch keinen nennenswerten Höhenabfall verursacht. Der Wert von gerade 75 Ω wurde gewählt, um versuchsweise das Kabel exakt anpassen zu können.

Bei größeren Kabellängen muß das Kabel auch an seinem Ende mit 75 Ω (induktionsfrei) abgeschlossen werden, um Reflexionen und dadurch stehende Wellen zu vermeiden. Längs des Kabels kann dann an beliebiger Stelle ein hochohmiger Abgriff hergestellt werden.

Durch den Kabelabschluß erniedrigt sich jedoch der Arbeitswiderstand der Röhre auf die Parallelschaltung von 300 Ω und 75 Ω, woraus sich 60 Ω ergeben. Da die Verstärkung der Stufe näherungsweise

$$v = \frac{S \cdot R_a}{1 + S \cdot R_a}$$

beträgt, ergeben sich

$$v_1 = \frac{0{,}01 \cdot 300}{1 + 0{,}01 \cdot 300} = 0{,}75$$

und

$$v_2 = \frac{0{,}01 \cdot 60}{1 + 0{,}01 \cdot 60} = 0{,}375\,,$$

woraus ein Rückgang der Signalspannung um den Faktor 2 folgt, der im vorliegenden Fall bereits als zu groß angesehen werden muß. Für große Kabellängen, die die Anpassung unumgänglich machen, muß deshalb die Verstärkung an einer geeigneten Stelle höher als im Mustergerät gewählt werden. So können z. B. die Außenwiderstände zu $Rö_1$ und $Rö_2$ etwas vergrößert werden, gegebenenfalls unter Veränderung der Korrekturdrosseln.

Ein weiteres Problem bestand darin, die Helligkeit sämtlicher Bildschreiber zentral zu steuern. Eine Möglichkeit ergab sich dadurch, daß der Pegel der Austastimpulse im kompletten Videosignal die Grundhelligkeit der Bildschreiber bestimmt. Dieser Pegel läßt sich im Zwischenverstärker des Kamerabetriebsgerätes (an RW 2) steuern. Dieser Drehwiderstand wurde deshalb an die Außenwand des Gerätes verlegt, wobei durch Verringerung seines Ohmwertes und Zuschalten von Festwiderständen die Pegeländerung auf den in Frage kommenden Bereich beschränkt wurde.

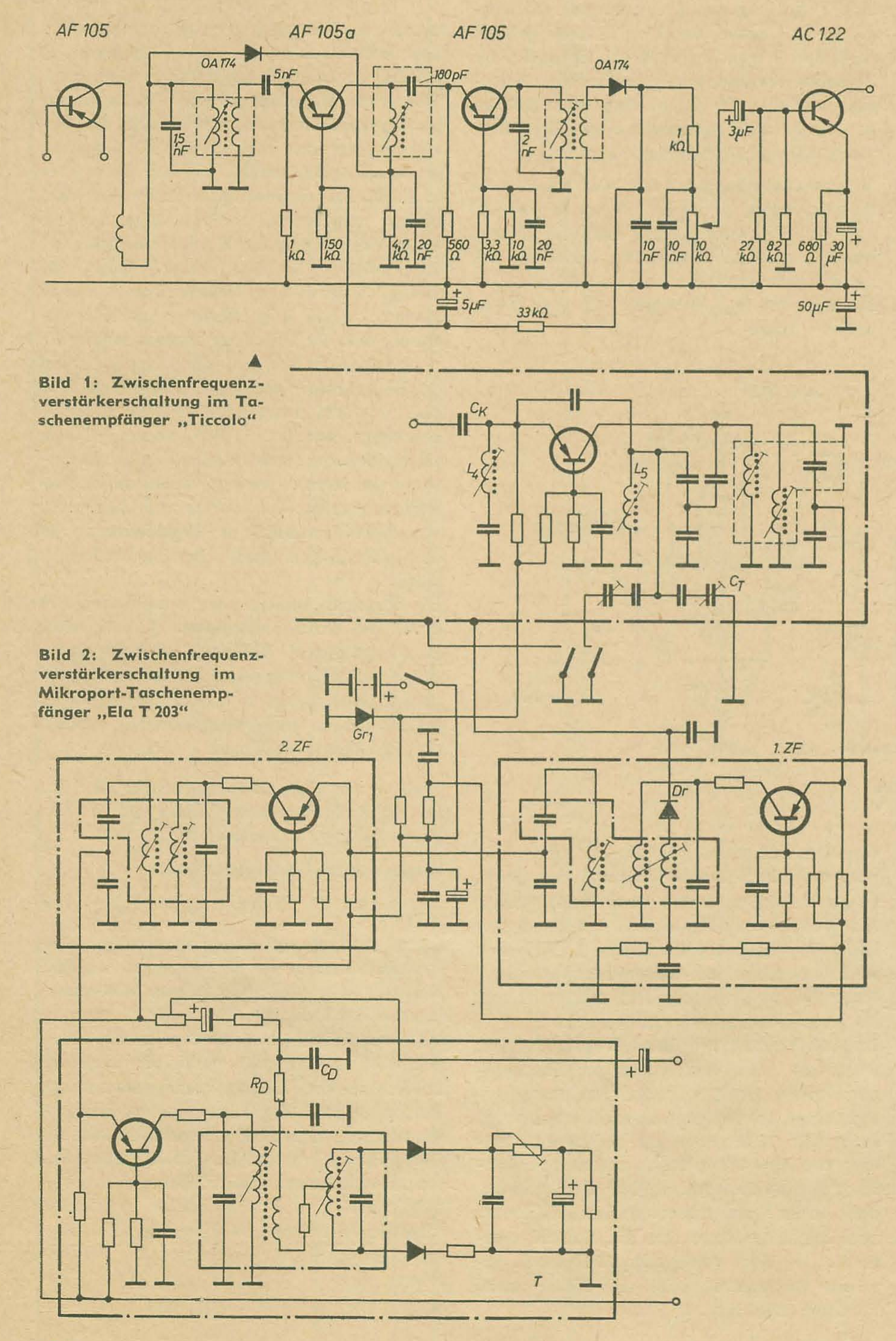
Die einzelnen Bildschreiber werden zunächst durch die darin befindlichen Potentiometer (s. u.) auf gleiche Helligkeit gebracht, wobei sich ein Nachstellen über Monate hinweg erübrigt. Dann erfolgt die dem Aufnahmeobjekt entsprechende Helligkeitssteuerung zentral vom Bedienungsgerät aus.

Zwischenfrequenzverstärker mit Transistoren in Basisschaltung

In der Technik kommt es nicht auf die unbedingte Beachtung von Prinzipien an, sondern einzig und allein auf den Gebrauchswert eines Erzeugnisses unter Berücksichtigung aller die Fertigung erleichternden Umstände. Diese etwas allgemein klingende Feststellung sei nachfolgend an einem Beispiel erläutert.

Jedermann weiß, daß ein Transistor in Emitterschaltung eine höhere Leistungsverstärkung hat als in Basisschaltung. Es ist deshalb üblich, sofern es nur die zu verstärkende Frequenz zuläßt, ihn in Emitterschaltung zu betreiben. Daß es auch anders geht, haben z. B. die Geräteentwickler der Fa. Telefunken demonstriert. Sowohl in dem Taschenempfänger „Ticcolo“ als auch in dem Mikroport-Taschenempfänger „Ela T 203“ arbeiten die Zwischenfrequenztransistoren in Basisschaltung.

Das geschieht vor allem aus fertigungstechnischen Gründen. Man erinnert sich an die Tatsache, daß in der Basisschaltung die Exemplarstreuungen bezüglich des Eingangswiderstandes erheblich kleiner sind als in Emitterschaltung. Außerdem ist infolge der kleineren Rückwirkungskapazität und des kleineren Eingangswiderstandes der Schwingsicherheitsfaktor etwa fünfmal größer als in Emitterschaltung. Die Gefahr der Verformung der Selektionskurve durch nicht phasengerechte Rückwirkungsspannungen sinkt im gleichen Maße. Der mechanische Aufbau des ZF-Teiles und die Anordnung der Bauteile ist also weniger kritisch. Auf eine Neutralisation konnte verzichtet werden. Die etwas geringere Verstärkung und Trennschärfe der Basisschaltung wurde durch geschickte Dimensionierung nahezu ausgeglichen.



▲ **Bild 1: Zwischenfrequenzverstärkerschaltung im Taschenempfänger „Ticcolo“**

Bild 2: Zwischenfrequenzverstärkerschaltung im Mikroport-Taschenempfänger „Ela T 203“

Im Bild 1 ist zunächst die Zwischenfrequenzschaltung des Taschenempfängers „Ticcolo“ dargestellt. In der geregelten ersten ZF-Stufe befindet sich der Transistortyp AF 105a. Er wird zur Verwendung in Regelstufen besonders ausgewählt und hat bei hoher Stromverstärkung einen sehr kleinen Reststrom, damit der Regelbereich möglichst groß und die Regelleistung möglichst klein werden. Die Regelleistung wird in gewohnter Weise der Signaldiode entnommen. Eine parallel zum ersten ZF-Kreis liegende Dämpfungsdiode gleicht die bei sinkendem Kollektorstrom auftretende, geringere Dämpfung infolge Zunahme des Transistoreingangswiderstandes aus und verhindert bei stärkeren Eingangssignalen eine Übersteuerung der Mischstufe und der nachfolgenden ZF-Stufen. Ihr Arbeitspunkt wird durch den Spannungsabfall an einem im Kollektorstromkreis der ersten Stufe liegenden Widerstand bestimmt und folgt der Reglung. Bei größeren Signalen wird die Diode aus dem Sperrgebiet in den niederohmigen Durchlaßbereich gesteuert. Die Dämpfung ist dann erheblich.

Der zweite ZF-Kreis ist über die Kreiskapazität von 180 pF an den Transistor gekoppelt. Da der Eingangswiderstand der Emitterdiode nur etwa 30 Ω groß ist, wird der die Nutzdämpfung bestimmende Widerstand, der parallel zum Kreis wirksam ist, etwa 130 kΩ groß. Der resultierende Arbeitswiderstand wird 80 kΩ, entsprechend einer 9-kHz-Selektion von rund 2.

Der letzte ZF-Kreis hat eine Kreiskapazität von 2 nF. Die Diode ist mittels einer zusätzlichen Wicklung mit einem Übersetzungsverhältnis 1 : 2 angekoppelt. Die 9-kHz-Selektion im Betrieb ist auch hier etwa 2. Für den gesamten ZF-Verstärker ergibt sich eine 9-kHz-Selektion von 10 und eine Bandbreite von ± 2,5 kHz. Zusammen mit der Selektion des Vorkreises, die bei fast allen Kleinempfängern mit Transistoren wesentlich ist, und mit den Selektionseigenschaften des Signalgleichtichters ist die Trennschärfe des Gerätes als gut zu bezeichnen.

Während es sich bei dem Taschenempfänger Ticcolo um einen AM-Empfänger mit einer Zwischenfrequenz von etwa 460 kHz handelt, dient der Mikroportempfänger „Ela T 203“ zum Empfang der frequenzmodulierten Signale des „drahtlosen Mikrofons“ Mikroport, das von den Firmen Telefunken und

Einfache Kreisberechnung für Fernseh-ZF-Verstärker

KLAUS K. STRENG

Beim Zwischenfrequenzverstärker im Fernsehgerät ergeben sich eine Reihe anderer Probleme als beim Hörrundfunk-ZF-Verstärker. Hierzu gehören die wesentlich größere Bandbreite des Fernseh-ZF-Verstärkers, die höhere Frequenzlage, Einflüsse der Regelung usw. Aus diesen Gründen erfordert auch die korrekte Dimensionierung derartiger Verstärker andere Überlegungen. Wenn auch der Amateur relativ selten vor der Frage der kompletten Neuberechnung eines Fernseh-ZF-Verstärkers steht, so tauchen doch eine Reihe der oben genannten Probleme auf, sobald eine zusätzliche ZF-Stufe in einen vorhandenen Fernsehempfänger eingebaut werden soll.

Im folgenden wird kurz auf die praktische Durchführung der Dimensionierung eines Fernseh-ZF-Verstärkers eingegangen. Hinsichtlich der grundlegenden theoretischen Fragen und anderer, heute nicht gebräuchlicher Lösungen wird auf vorhandene Literatur verwiesen [1].

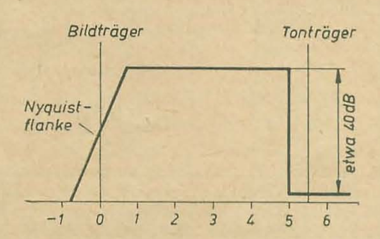


Bild 1: Amplituden-Frequenzgang beim Fernsehempfänger nach CCIR-Norm

Der HF-Teil und der ZF-Teil jedes Fernsehempfängers müssen den Anforderungen der verwendeten Fernsehnorm entsprechen. Im Falle der CCIR-Norm sind dies: Die Übertragung der Trägerfrequenzen (Bild und Ton) sowie der breitbandigen Amplitudenmodulation entsprechend Bild 1. Bezieht man sich auf die Grenzfrequenzen mit $1/\sqrt{2}$fachem Amplitudenabfall, so ergibt sich eine ungefähre Bandbreite von 5 MHz für den ZF-Verstärker. Schon aus diesem Wert — der im Vergleich zum Hörrundfunkempfänger enorm groß ist — ergibt sich, daß die Dimensionierung des ZF-Verstärkers beim TV-Gerät völlig anders erfolgen muß.

Aus verschiedenen Gründen, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll [2] [3], legt man die Bildträger-ZF moderner Fernsehgeräte auf 38,9 MHz. In der Praxis haben sich nun folgende Möglichkeiten für die selektiven Kopplungsglieder zwischen den einzelnen Stufen des ZF-Verstärkers durchgesetzt:

1. Abstimmung aller Kreise (auch Bandfilter) auf die Mittenfrequenz. Diese liegt bei etwa 38,9—2,5 = 36,4 MHz. Eine ausgeglichene Amplituden- und Phasenlinearität über den gesamten Frequenzbereich erzielt man durch Kombination von Einzelkreisen und überkritisch gekoppelten Bandfiltern (starke Höckerbildung). Ein Beispiel hierfür zeigt Bild 2.
2. Abstimmung der Kreise auf versetzt verstimmten Frequenzen. Diese Möglichkeit ist heute allgemein üblich. Zur Erzielung einer korrekten Gesamtdurchlaßkurve ist neben der unterschiedlichen Resonanzfrequenz auch eine unterschiedliche Dämpfung der einzelnen Kreise erforderlich.

Für die Dimensionierung der einzelnen Kreise gibt es ein relativ einfaches Verfahren

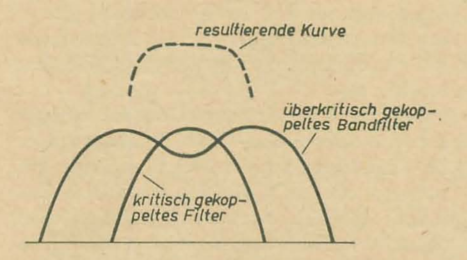


Bild 2: Durch geschickte Überlagerung der Kurven von Einzelkreisen und überkritisch gekoppelten Bandfiltern entsteht eine befriedigende Gesamtkurve

in der Praxis [4], das nachfolgend kurz beschrieben wird.

Auf Millimeterpapier wird ein Halbkreis mit dem Durchmesser B (B = Bandbreite des Gesamtverstärkers) geschlagen. Der Kreisbogen wird in soviel gleiche Abschnitte geteilt, wie der Verstärker Abstimmkreise enthält. Die Lote von den Mittelpunkten der einzelnen Teilkreisbögen (jeder Stufe) ergeben auf dem Durchmesser direkt die einzelnen Resonanzfrequenzen. Die doppelten Höhen der entsprechenden Lote liefern die entsprechenden Kreisbandbreiten. Bild 3 zeigt das Prinzip.

Beispiel

Die Gesamtbandbreite eines ZF-Verstärkers beträgt 5 MHz, es werden fünf abgestimmte Kreise verwendet. Das beschriebene Verfahren liefert folgende Ergebnisse für die einzelnen Kreise (Bild 4):

Ein Kreis ist auf die Mittenfrequenz (36,4 MHz) abgestimmt, seine Bandbreite beträgt 5 MHz.
Zwei Kreise mit einer Bandbreite von 1,6 MHz sind auf etwa 38,75 und 34,05 MHz abgestimmt.
Zwei Kreise mit einer Bandbreite von 4 MHz sind auf 34,9 und 37,9 MHz abgestimmt.
Es ist zu beachten, daß die doppelte Höhe des Lotes die Bandbreite in MHz ergibt. Die zeichnerische Genauigkeit ist völlig ausreichend.
Nun ergibt sich die Frage, wie die Bandbreiten der einzelnen Kreise erreicht werden. Bild 5 zeigt ein vereinfachtes Schaltbild des ZF-Verstärkers nach dem gewählten Beispiel.

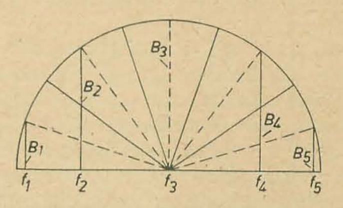


Bild 3: Prinzip zur Ermittlung der Einzelkreisdaten nach dem Halbkreisverfahren

Alle Spulen werden in gleicher Weise ausgeführt, ihre unterschiedliche Abstimmung soll mit dem Kernabgleich erreicht werden. Folglich ist es zulässig, die Güte der Spulen etwa gleich groß anzusetzen. Sie muß größer sein als erforderlich. Wechselstrommäßig parallel zu den einzelnen Filterspulen liegt der Gitterableitwiderstand der Folgestufe. Er erfüllt einen doppelten Zweck. Einmal dient er zur galvanischen Schließung des Gitterkreises, zum anderen stellt er die erforderliche Dämpfung des Filterkreises dar. Sein exakter Wert kann nicht ohne weiteres vorausberechnet werden, da ja die Güte des Kreises ohne Widerstand nicht bekannt ist. Um jedoch einen Anhalt zu bekommen, geht man von folgender Überlegung aus:

Die Güte Q des Parallelresonanzkreises ist

$$\frac{f_0}{\Delta f}$$

Im Falle des vorliegenden Beispieles sind die erforderlichen Kreisgüten

$$1 \text{ Kreis mit } Q = \frac{36{,}4}{5} \approx 7{,}3$$

$$1 \text{ Kreis mit } Q = \frac{38{,}75}{1{,}6} \approx 24$$

$$1 \text{ Kreis mit } Q = \frac{34{,}05}{1{,}6} \approx 21$$

$$1 \text{ Kreis mit } Q = \frac{37{,}9}{4} \approx 9{,}5$$

(Fortsetzung von Seite 298)

Sennheiser — electronic gemeinsam vertrieben wird. Die Zwischenfrequenz liegt wie üblich bei 10.7 MHz. Sämtliche ZF-Stufen sind bandfiltergekoppelt und mit Transistoren in Basisschaltung bestückt (Bild 2). Die Anpassung an den niedrigen Eingangswiderstand erfolgt über eine Aufteilung der Kreiskapazität. Es läßt sich zeigen, daß der Transformationsgrad dieser Anordnung in bezug auf den Widerstand etwa dem Quadrat des Kapazitätsverhältnisses entspricht. Eine Neutralisation war nicht notwendig.

Die ersten beiden ZF-Stufen ergeben etwa eine Spannungsverstärkung von 9. Die ZF-Bandbreite jedes Filters liegt bei 350 kHz. Die Zusammenfassung der Bauteile zu Baugruppen ist aus den gestrichelten Linien im Bild 2 ersichtlich.

Die Demodulation erfolgt mit zwei Germaniumdioden in Ratiodetektorschaltung, die bei einem Frequenzhub von 40 kHz einen Klirrfaktor von weniger als 2% hat.

(Nach Telefunken-Unterlagen)

Electronus

$$1 \text{ Kreis mit } Q = \frac{34{,}9}{4} \approx 8{,}7$$

Die Werte der Einzelinduktivitäten lassen sich aus der Thomson'schen Gleichung mit Hilfe der Kapazitätswerte berechnen. Lassen sich diese Kapazitätswerte nicht in der fertigen Schaltung messen, so müssen sie geschätzt werden, wobei meist dem Anfänger zunächst erhebliche Fehlschätzungen unterlaufen (ein guter Erfahrungswert ist 15 pF). Es ist immer besser, die Kapazität wird zunächst zu klein angesetzt, als zu groß, da sich im ersteren Falle die ,,zuviel geschätzte" Kapazität als kleiner Trimmer in die Schaltung einbauen läßt. Dies ist keinesfalls ein Notbehelf, da mit diesem Trimmer geringe Kapazitätsunterschiede bei Röhrenwechsel, Spulenalterungen usw. nachgestimmt werden können.

Bild 4: Anwendung des Halbkreisverfahrens für das gewählte Beispiel

Wären Spule und Kapazität verlustfrei, so könnte aus der Beziehung $\varrho = R/\omega L$ leicht der Wert des erforderlichen Gitterableitwiderstandes berechnet werden. Das ist leider nicht so, der tatsächliche Widerstandswert muß erheblich größer sein, damit man nicht auf viel zu geringe Güten kommt. Man könnte nun aus der ,,natürlichen" Güte, d. h. der Güte des Kreises ohne Parallelwiderstand und der entsprechenden Bandbreite, den Wert des erforderlichen Widerstandes berechnen, doch wäre dieses Verfahren viel zu umständlich. Man geht statt dessen folgenden Weg:

Nach dem Abgleich der einzelnen Kreise auf ihre Sollfrequenz wird mit einem Meßsender ihre jeweilige Bandbreite gemessen (Frequenzbreite zwischen den Punkten mit $\sqrt{2}$fachem Amplitudenabfall). Die so ermittelten Bandbreiten müssen kleiner sein als die nach der Rechnung erforderlichen. Nun wird der einzelne Kreis mit einem Widerstand versuchsweise bedämpft und erneut die Bandbreite gemessen. Nach einigen Versuchen ist der erforderliche Wert des Widerstandes gefunden, er wird fest in die Schaltung eingelötet und der Kreis nachgeglichen. Auf diese Art werden alle Kreise behandelt. Zum Schluß wird die Durchlaßkurve des gesamten ZF-Verstärkers mit Meßsender und Röhrenvoltmeter gemessen und gegebenenfalls noch leicht korrigiert. Wer einen Selektografen oder eine sonstige passende Wobbeleinrichtung besitzt, kann diese natürlich für die letztgenannte Messung mit Vorteil einsetzen.

Ein Tip zum Abgleich der einzelnen Kreise, der natürlich nur im fertig geschalteten Verstärker bei allen Sollspannungen vorgenommen werden darf: Um eine Bedämpfung bzw. Verstimmung der einzelnen Kreise durch das Röhrenvoltmeter zu vermeiden, wird dieses nicht direkt an den Kreis, sondern hinter der Folgeröhre angeschlossen; den Anodenkreis der Röhre ersetzt man für die Messung durch einen 1-kΩ-Widerstand (Bild 6).

Bild 6: Meßschaltung zur Ermittlung der Einzelbandbreiten der Kreise

Außer dem beschriebenen einfachen grafischen Verfahren zur Ermittlung von Resonanzfrequenzen und Kreisbandbreiten gibt es noch einige andere [1] [5], die jedoch meist auf Varianten des gezeigten Verfahrens beruhen.

Verschiedentlich wird angeführt, daß sich der korrekte Amplituden- bzw. Phasengang des ZF-Verstärkers nur in Zusammenhang mit weiteren Kreisen, den sogenannten Fallen (traps) für die Nachbarkanäle, herstellen ließe. Für den ,,Hausgebrauch" genügt allein eine gute Dimensionierung, wie gezeigt, in den meisten Fällen. Einzig für die korrekte Herstellung der ,,Tontreppe" im Intercarrierempfänger scheinen Fallen unentbehrlich. Die Unterdrückung des Nachbarbild- bzw. Nachtonkanals selbst ist in den meisten Fällen unwichtig, da an einem Ort kaum zwei Fernsehsender auf benachbarten Kanälen zu empfangen sind. Die Wirkung der Fallen ist nachfolgend kurz beschrieben.

Bei ihrer induktiven Ankopplung (Bild 7a) wirken sie wie ein kurzgeschlossener Reihenresonanzkreis, der bei seiner Resonanzfrequenz dem Feld Energie entzieht. Im Katodenkreis der ZF-Verstärkerröhre (Bild 7b) wirken sie als selektive Gegenkopplung bei der Resonanzfrequenz. In beiden Fällen ist zu empfehlen, die Fallen in Stufen anzuordnen, in denen keine auf dicht benachbarten Frequenzen abgestimmte Arbeitswiderstände liegen. Der Aufbau selbst ist für die Fallenkreise i. a. gleich wie für die Resonanzkreise der einzelnen Stufen. Die quantitative Wirkung der Fallen läßt sich durch mehr oder weniger feste Ankopplung bzw. Dämpfungswiderstände regeln, d. h. mit diesen Mitteln kann z. B. die richtige Amplitudenabsenkung der Tontreppe eingestellt werden. Die Einstellung der Fallenkreise ist im übrigen kritisch, da diese starken Einfluß auf die Phasencharakteristik des ZF-Verstärkers haben. Ihr endgültiger Abgleich darf deshalb nicht nach Meßsender und Röhrenvoltmeter, sondern muß mit Hilfe eines geeigneten Testbildes vorgenommen werden (Schwarz-Weiß-Kanten beim Abgleich überwachen).

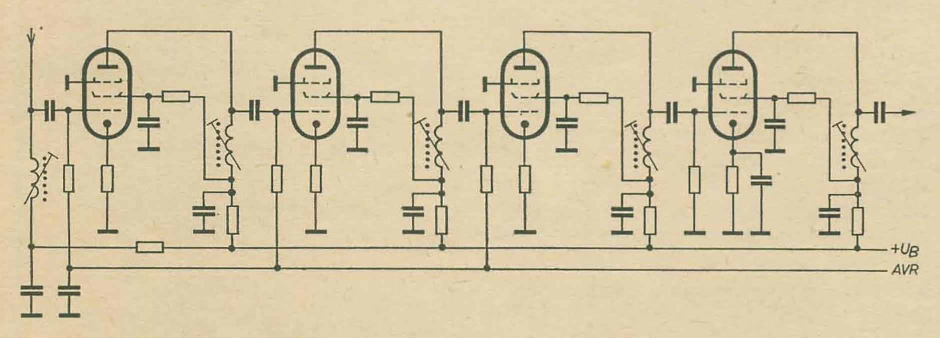


Bild 5: Vereinfachtes Schaltbild des ZF-Verstärkers gemäß dem gewählten Beispiel

Zusammenfassung

Es wurden einige praktische Hinweise für die Dimensionierung der selektiven Kreise in Fernseh-ZF-Verstärkern gegeben. Bedingt durch einige Faktoren unterscheidet sich ihre Problematik von der des relativ einfachen Hörrundfunkempfänger-ZF-Verstärkers. Besonders bei der Erweiterung von vorhandenen Industriegeräten um eine ZF-Stufe sollten diese Hinweise Beachtung finden, da in diesem Falle die bisherigen Kreise nicht einfach in ihrem Originalzustand belassen werden sollten.

Die gesamte Thematik wurde für die Erfordernisse des Praktikers stark vereinfacht dargestellt. Zur theoretischen Erfassung der Problematik wird auf die vorhandene Literatur hingewiesen.

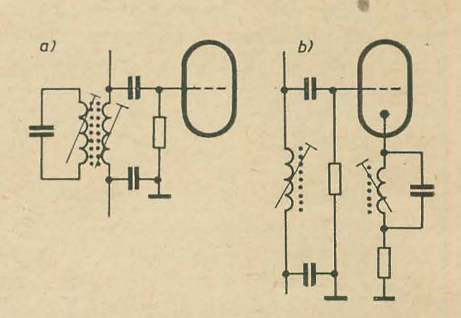


Bild 7: Zwei der möglichen Anordnungen von Fallenkreisen (traps), a) induktiv an den Anodenkreis gekoppelt, b) als selektive Gegenkopplung im Katodenkreis einer ZF-Verstärkerröhre

Literatur

[1] Mann/Fischer; Fernsehtechnik II; Fachbuchverlag Leipzig 1959

[2] Brodersen: Ein Vorschlag für eine Zwischenfrequenz für Fernseher; radio mentor 5 (1953) S. 216

[3] Taeger: Konstruktionsmerkmale moderner Fernsehempfänger; radio und fernsehen 3 (1955) S. 72 bis 75

[4] Lennartz: Fernsehempfänger; Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH, Berlin-Borsigwalde 1960

[5] Handbuch für Hochfrequenz- und Elektro-Techniker, Band II; Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik, Berlin-Borsigwalde 1953

[6] Laborbuch 1; Telefunken GmbH, Geschäftsbereich Röhren, Ulm/Donau 1957

[7] Werner/Barth: Kleine Fernseh-Reparatur-Praxis; VEB Verlag Technik 1962 (3. Auflage)

Eine einfache Amateur-Fernsehkamera Teil 1

N. PUDOLLEK

In der modernen Wissenschaft und Technik gewinnt die Anwendung des industriellen Fernsehens an Bedeutung. Es wird in immer stärkerem Maße zur Fernbeobachtung von Produktionsvorgängen, für den Einsatz in Lehre und Forschung, im Verkehrswesen und an vielen anderen Stellen eingesetzt. Der Einsatz erfolgt dabei besonders dort, wo die Beobachtung oder Kontrolle eines Vorganges durch den Menschen nicht, oder nur schlecht möglich ist, bzw., wo von einem Kontrollpunkt mehrere Vorgänge beobachtet werden sollen. Hierbei wird besonders an die Verbesserung der Rentabilität der Betriebe und an die automatische Lenkung komplizierter und umfassender Produktionsvorgänge gedacht. Das industrielle Fernsehen ist ein Bestandteil der neuen Technik und entwickelt sich immer mehr zu einem unentbehrlichen Helfer des Menschen (siehe auch: G. Schaaf, Angewandte Fernsehtechnik, VEB Verlag Technik). Daß diese Technik nicht nur für kommerzielle Zwecke angewendet zu werden braucht, zeigt der folgende Beitrag.

Die Grundlage für das industrielle Fernsehen wurde mit der Entwicklung einer geeigneten Aufnahmeröhre, dem Vidikon, geschaffen. Gegenüber den Aufnahmeröhren der Studiokameras werden hier möglichst einfache, lichtempfindliche Röhren mit geringen Abmessungen benötigt, wobei an das Auflösungsvermögen nicht ganz so extreme Anforderungen gestellt werden. Für den Betrieb einer Aufnahmeröhre vom Vidikontyp sind verhältnismäßig niedrige Spannungen und Ablenkleistungen erforderlich, so daß sich recht einfache Kameraschaltungen anwenden lassen, die auch in Amateurkreisen zu beherrschen sind. So dürfte für den Fernsehamateur der Bau einer eigenen Fernsehanlage interessant und reizvoll sein. Es muß jedoch erwähnt werden, daß der Anschaffungspreis einer Bildaufnahmeröhre noch verhältnismäßig hoch ist und der Nachbau einer Fernsehkamera deshalb wohl mehr den Amateurgruppen und Interessengemeinschaften vorbehalten bleiben dürfte.

Die in der DDR gefertigte Bildaufnahmeröhre vom Vidikontyp wird vom VEB Werk für Fernsehelektronik Berlin unter der Bezeichnung Endikon F 2,5 M1b geliefert und ist durch das Versorgungskontor Karl-Marx-Stadt erhältlich.

Die nachstehend beschriebene Fernsehkamera wird als Zusatz zu einem normalen Fernsehheimempfänger betrieben. Der Fernsehempfänger liefert dann die notwendigen Betriebs- und Ablenkspannungen. Bei ihm werden dazu gewisse Eingriffe notwendig, wobei selbstverständlich die volle Funktionsfähigkeit erhalten bleiben muß. Zu einem späteren Zeitpunkt wird ein geeignetes Stromversorgungsteil mit eigenen Ablenkgeneratoren und einem Korrekturverstärker beschrieben, so daß damit, unabhängig vom Fernsehempfänger, ein Betrieb der Kamera möglich ist. Die Anlage liefert dann ein komplettes Bild-, Austast- und Synchronisiersignalgemisch.

Wirkungsweise

Das Blockschaltbild (Bild 2) vermittelt einen Überblick vom Aufbau der Fernsehanlage. Die Umwandlung des optischen Bildes in ein elektrisches Signal wird etwas ausführlicher behandelt, da für die richtige Einstellung der Kamerabetriebswerte Kenntnisse der prinzipiellen physikalischen Vorgänge bei der Bildabtastung notwendig sind.

Mit Hilfe einer Optik wird das zu übertragende Bild auf die Frontplatte der Aufnahmeröhre projiziert, auf deren Innenseite eine dünne, lichtdurchlässige Metallfolie aufgedampft ist, und auf diese wiederum eine lichtempfindliche Halbleiterschicht. Diese Halbleiterschicht wird von einem Elektronenstrahl abgetastet, der an der entgegengesetzten Seite der Aufnahmeröhre erzeugt wird. Die Erzeugung und Ablenkung des Elektronenstrahles erfolgt auf die gleiche Weise wie bei Empfängerbildröhren, nur daß es sich hier um „langsame Elektronen" handelt, was auf die relativ niedrige Anodenspannung von 300 V zurückzuführen ist. Bei dem verwendeten Vidikon wird eine Bildfläche von etwa 9,6 × 12,8 mm abgetastet.

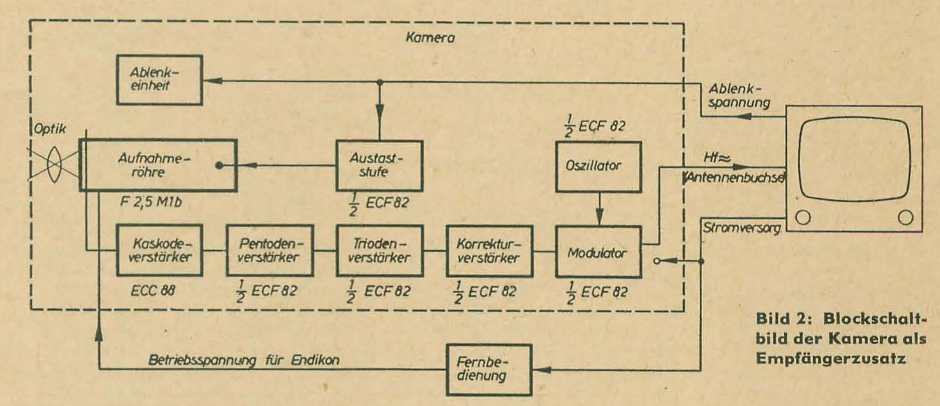


Bild 2: Blockschaltbild der Kamera als Empfängerzusatz

Das optische Bild auf der Halbleiterschicht bewirkt, daß jedes Element der Schicht eine der Beleuchtungsstärke entsprechende Leitfähigkeit annimmt (innerer Fotoeffekt). Über die gesamte Bildfläche stellt sich dann eine Leitfähigkeitsverteilung ein, die praktisch ein elektrisches Abbild des optischen Bildes darstellt. Bild 3 zeigt den schematischen Aufbau einer Bildaufnahmeröhre vom Vidikontyp. Der vom Strahlsystem, bestehend aus einer indirekt geheizten Katode, dem Wehneltzylinder (Gitter 1) und einer Fokussieranode (Gitter 2), austretende Elektronenstrahl wird durch eine zylindrische Anode beschleunigt. Den Abschluß dieser Anode bildet ein sehr feinmaschiges Metallnetz, welches dafür sorgt, daß einmal der Elektronenstrahl

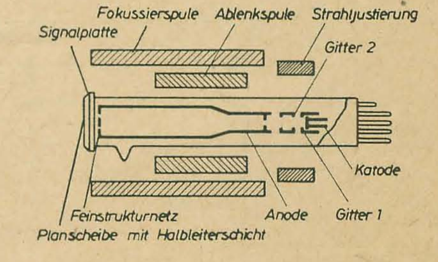


Bild 3: Aufbau einer Bildaufnahmeröhre vom Vidikontyp

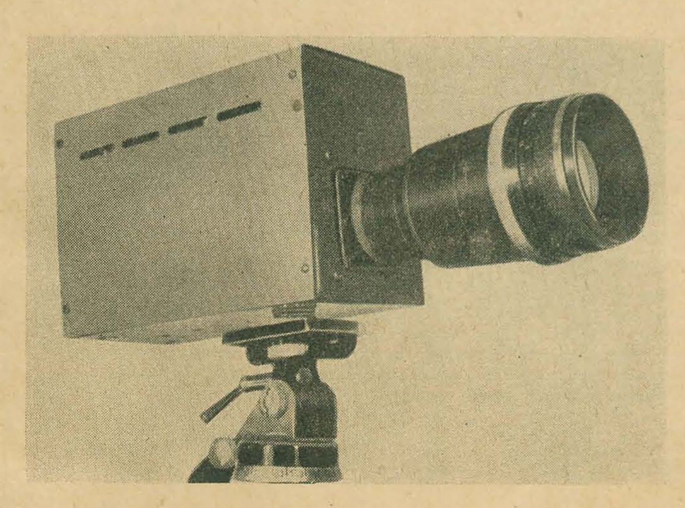


Bild 1: Ansicht der Amateur-Fernsehkamera

in der Halbleiterschicht keine Sekundärelektroneneffekte auslöst und zum anderen, daß das elektrische Feld in der Nähe der Halbleiterschicht homogen bleibt.
Die einzelnen Bildelemente bilden kleine Kondensatoren mit einem durch die Beleuch-

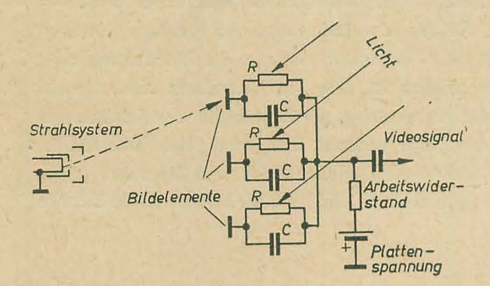


Bild 4: Schematische Darstellung der Bildabtastung

tungsstärke beeinflußbaren Verlustwiderstand. Die lichtempfindliche Schicht liegt an einer festen Vorspannung, der sog. Plattenspannung. Sobald nun der Elektronenstrahl eines dieser Bildelemente, die im Bild 4 zum besseren Verständnis prinzipiell dargestellt sind, abtastet, werden die „Kondensatoren" aufgeladen. Sie entladen sich dann in der Abtastpause entsprechend der Leitfähigkeit des jeweiligen Verlustwiderstandes. Die verlorengegangene Ladung wird in der Abtastphase durch den Elektronenstrahl wieder nachgeliefert, so daß sich ein Ladestrom ergibt, der ein Maß für die Beleuchtungsstärke auf den abgetasteten Bildelementen darstellt. Dieser Strom verursacht an einem Arbeitswiderstand einen Spannungsabfall, der das Videosignal der Bildaufnahmeröhre darstellt.
Das von der Aufnahmeröhre gelieferte Videosignal gelangt an den vierstufigen Verstärker, dessen Eingang sehr kapazitätsarm sein muß. Außerdem soll der Rauschanteil so klein wie möglich gehalten werden. Beide Forderungen werden durch die Verwendung einer rauscharmen Triode in Kaskodeschaltung erfüllt. Die weiteren Verstärkerstufen sind in normaler Katodenbasisschaltung ausgeführt, wobei die letztere als Korrekturverstärker wirkt. Der Arbeitswiderstand für die Aufnahmeröhre hat den bedeutendsten Einfluß auf den erreichbaren Rauschabstand der Kamera. Während die erzeugte Videospannung dem Widerstandswert proportional ist, steigt die Rauschspannung nur mit dem Wurzelwert an. Aus diesem Grunde wird ein verhältnismäßig großer Arbeitswiderstand notwendig, der hier jedoch zu einem Abfall der hohen Frequenzen führt. Dieser Abfall wird in der Korrekturverstärkerstufe ausgeglichen. Das verstärkte Videosignal gelangt an eine Modulationsstufe und wird trägerfrequent an die Ausgangsbuchse geführt. Da der Oszillator auf einen der Fernsehkanäle (Band I) abgestimmt ist, kann der normale Antenneneingang des Fernsehempfängers benutzt werden. Dem Fernsehempfänger werden über eine Steckvorrichtung die Spannungen für die Ablenkung entnommen. Die Ablenkeinheit besteht aus Zeilen- und Bildablenkspulen, sowie einer magnetischen Fokussierspule. Die Impedanzen der Ablenkspulen sind so ausgeführt, daß zwischen Kamera und Fernsehempfänger ein Abstand von 20 ··· 30 m ohne weiteres mit einem geeigneten Kabel überbrückt werden kann. Aus den Ablenkspannungen werden über Differenzierglieder Austastimpulse ge-

Bild 5: Schaltbild der Kamera einschließlich Stromversorgung im Fernsehempfänger

wonnen. Sie werden mit Hilfe einer Triode gemischt und der Katode der Bildaufnahmeröhre zugesetzt. Für die Einstellung der Betriebsspannungen, die ganz vom aufzunehmenden Objekt und dessen Beleuchtung abhängig sind, wurde ein Bedienungskästchen vorgesehen, das über ein längeres Kabel als Fernbedienung mit der Kamera verbunden ist.

Schaltung

Im Bild 5 ist die vollständige Schaltung der Kamera einschließlich der Stromversorgungsteile im Empfänger enthalten. Das am Arbeitswiderstand der Bildaufnahmeröhre F 2,5 M 1 b entstehende Videosignal gelangt über C_{29} an den Eingang des Breitbandverstärkers. Die Eingangsstufe ist mit der ECC 88 bestückt. Das erste Triodensystem arbeitet als Katodenbasisverstärker und hat als Arbeitswiderstand den Katodeneingang der Gitterbasisstufe mit $Rö_{1I}$. Das Gitter ist über C_4 und C_5 wechselstrommäßig geerdet und erhält über den Spannungsteiler R_4, R_5 die notwendige Vorspannung. Der Katodenwiderstand R_3 ist mit einem Kondensator von 250 pF überbrückt, wodurch eine Anhebung der höheren Frequenzen erzielt wird. Die in den Anodenleitungen liegenden Spulen tragen ebenfalls zur Linearisierung des Frequenzganges im oberen Bereich bei. Die Induktivitäten sind so bemessen, daß noch ein günstiger Phasengang erreicht wird. Für die Kompensation des Verstärkungsabfalles im unteren Frequenzbereich sind mit den Arbeitswiderständen in den Anodenleitungen RC-Glieder in Reihe geschaltet. Für die Kaskodestufe sind es R_6 und C_2. Die folgende Verstärkerstufe besteht aus dem Pentodensystem einer ECF 82. Sie ist auf die gleiche Weise wie die Kaskodestufe frequenzmäßig kompensiert, ebenso der folgende Triodenverstärker. Die letzte Verstärkerstufe mit der Pentode einer weiteren ECF 82 hat in der Katodenleitung einen Spannungsteiler für die Gittervorspannung. Der verhältnismäßig große Katodenwiderstand verursacht eine starke Gegenkopplung, die mit C_{18} frequenzabhängig wird. Damit läßt sich der erwähnte Abfall der hohen Frequenzen am Verstärkereingang kompensieren. Von der Anode dieser Korrekturverstärkerstufe gelangt das Videosignal an das Gitter der Modulationsstufe, dem Triodensystem einer dritten ECF 82. Mit D_1 wird das Signal auf einem konstanten Pegel gehalten. Die in der Katode liegende HF-Drossel stellt für das Videosignal noch eine vernachlässigbare Induktivität dar, so daß an dieser Stelle über C_{22} die Spannung des Trägeroszillators eingekoppelt werden kann. Vom 200-Ω-Widerstand in der Anode wird dann das geträgerte Videosignal an die Ausgangsklemme geführt. Die Anodenspannung für den Modulator wird mit R_{20} und C_{21} nochmals gesiebt. Das Pentodensystem einer ECF 82 ($Rö_{4II}$) dient als Oszillator in Hartley-Schaltung. Der Schwingkreis liegt zwischen dem Steuergitter und dem Schirmgitter. Die Oszillatorspannung wird dann an der Anode abgenommen. Durch diese Anordnung werden Frequenzverwerfungen durch die Modulationsspannung weitgehend vermieden. Die Betriebsspannung für den Oszillator wird ebenfalls durch ein RC-Glied gesiebt.

Die Vorspannung für die Signalplatte der Aufnahmeröhre wird über den Arbeitswiderstand R_{30} und das Entkoppelglied R_{54}, C_{30} zugeführt. Von der Höhe dieser Spannung ist die Empfindlichkeit der Aufnahmeröhre abhängig. Deshalb ist sie mit dem Potentiometer P_1 regelbar. Der Regelbereich wird durch R_{53} begrenzt, um eine Überlastung der Röhre zu vermeiden. Für die Beeinflussung des Strahlstromes ist das Potentiometer P_3 vorgesehen, das ebenso wie P_1 in dem Fernbedienungskästchen untergebracht ist. Für die Strahlstromregelung wird dem Wehneltzylinder eine negative Spannung, die über R_{33} und C_{34} geglättet wird, zugeführt. Weiterhin ist im Fernbedienungsteil der Regler für die Fokussierung des Elektronenstrahles vorgesehen. Mit P_2 kann die Spannung an der Fokussieranode zwischen 150 und 300 V verändert werden. Auch diese Spannung muß mit einem RC-Glied gesiebt werden, genauso wie die Anodenspannung von 300 V. Dadurch werden die restlichen Brummanteile dieser Spannungen beseitigt und Störeinstrahlungen über die Elektroden vermieden. Dem gleichen Zweck dienen C_{32} und C_{33} zwischen den Anoden und dem Wehneltzylinder. Die Katode des Endikons ist über R_{34} geerdet. Für die Dunkeltastung des Strahlrücklaufes werden über den Elektrolytkondensator C_{35} entsprechende Tastimpulse zugeführt, die im Triodensystem von $Rö_3$ entstehen. Über C_{27} wird an den Vertikalablenkspulen die Sägezahnspannung entnommen, die in Verbindung mit R_{27} differenziert wird. An der Anode von $Rö_{3II}$ entstehen dadurch schmale Impulse, die in den Rücklauf der Sägezahnspannung fallen. Für die Horizontalaustastung werden mit R_{39} und C_{37} entsprechende Rücklaufimpulse erzeugt und über R_{29} in die Katode von $Rö_{3II}$ eingespeist. Zur Vertikalablenkung wird parallel zum Bildausgangstransformator des Fernsehempfängers die Sägezahnspannung abgegriffen. Die Amplitude der Vertikalablenkung läßt sich sehr einfach mit einem veränderlichen Reihenwiderstand (R_{41}) einstellen. Auf Grund der niedrigen Frequenzen können die Bildablenkspulen noch als reiner Wirkwiderstand angesehen werden, so daß durch die Amplitudenregelung keine bedeutenden Linearitätsfehler hinzukommen. In den Vertikalablenkkreis wird eine Gleichstromquelle eingeschaltet. Damit läßt sich dann die Lage der abgetasteten Bildfläche einstellen. Da im allgemeinen die Vertikalablenkspannung auf der Sekundärseite des

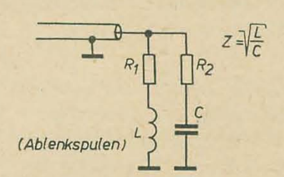


Bild 6: Kabelabschluß bei der Horizontalablenkung

Bildausgangstransformators im Fernsehempfänger (erprobt wurde die Kamera an einem 70°-Gerät) geerdet ist, muß sich die Gleichspannung zwischen positiven und negativen Werten einstellen lassen. Das kalte Ende der Ablenkspulen der Kamera ist über R_{44} mit dem Schleifer des Regelwiderstandes R_{45} verbunden und durch die Elektrolytkondensatoren C_{39} und C_{41} wechselstrommäßig geerdet. Für die Lageverschiebung genügt eine Gleichspannung von ± 5 V. Diese wird aus der 6,3-V-Wicklung der Röhrenheizung mit Hilfe zweier Gleichrichter gewonnen. Auf die gleiche Weise erfolgt die Bildlageverschiebung in horizontaler Richtung mit R_{43}.

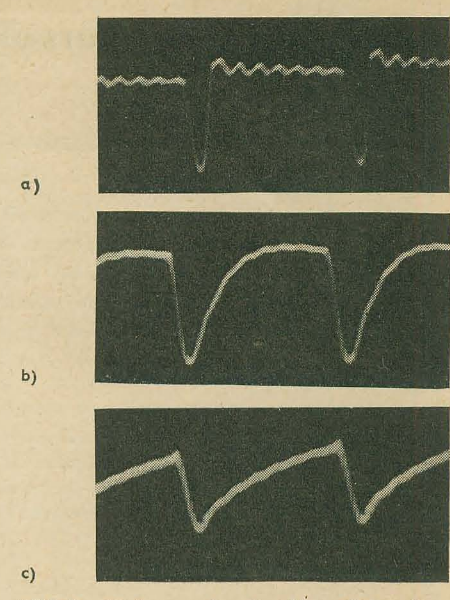


Bild 7: Wirkungsweise des Linearitätsreglers, a) Ablenkstrom ohne L_{11}, b), c) mit Linearitätsspule bei verschiedenen Einstellungen von L_{11}

Im Gegensatz zu den Bildablenkspulen kann der induktive Widerstand der Horizontalablenkspulen als Folge der höheren Zeilenfrequenz nicht mehr vernachlässigt werden. Zum anderen muß bei der Übertragung der Zeilenablenkspannung über das Kamerakabel für einen reellen Abschluß am Leitungsende gesorgt werden. Um dieses zu erreichen, werden die Zeilenspulen gegenüber den Bildablenkspulen niederohmiger ausgeführt. Zum Ausgleich der induktiven Komponente wird parallel zum Ablenksystem ein RC-Glied geschaltet, so daß dann für den Abschluß des Kabels eine Anordnung wie nach Bild 6 wirksam ist. Am Zeilentransformator des Fernsehempfängers wird eine Zusatzwicklung aufgebracht, über welche die Ablenkspannung ausgekoppelt werden kann. Im Fernsehempfänger ist die Horizontalablenkung so ausgelegt, daß die Ablenkspulen auf der Bildröhre als reine Induktivitäten angesehen werden können. In diesem Fall ist der Verlauf des Ablenkstromes mit der Spannung nicht mehr identisch. Das würde beim Anschließen der Fernsehkamera zu starken Linearitätsverzerrungen bei der Zeilenabtastung führen. Um dies zu vermeiden, wird mit L_{11} eine Spule in den Ablenkkreis geschaltet, die dann dafür sorgt, daß der an die Kamera gelangende Ablenkstrom sägezahnförmig ist. L_{11} ist veränderlich, so daß sich damit die Linearität der Zeilenablenkung beeinflussen läßt, und wirkt besonders in der linken Hälfte des Bildes. Die Oszillogramme im Bild 7 demonstrieren die Wirkungsweise des Linearitätsreglers. Zur Regelung der Ablenkamplitude wird parallel zum Zeilentransformator eine ebenfalls veränderliche Spule L_{10} geschaltet. Zur Vermeidung des störenden Bilddurchlaufes bei Betrieb der Kamera wird der Bildkippgenerator aus der Netzwechselspannung synchronisiert. Dazu wird über R_{55} und C_{53} die Netzspannung an den Synchronisationseingang des Kippgenerators im Empfänger geführt. Die Verbindung geht über die Steckerleiste des Kamerakabels,

(Fortsetzung auf Seite 306)

Gleichspannungsverstärker

Ing. W. STOECKEL

Mitteilung aus dem Institut für Halbleitertechnik Teltow-Stahnsdorf

Für allgemeine Aufgaben ist die Anzeige bzw. genaue Messung kleiner Gleichspannungen mit vertretbarem Aufwand nur nach vorheriger Verstärkung möglich. Nachfolgend werden einige Möglichkeiten der Gleichspannungsverstärkung gezeigt und ein galvanisch gekoppelter, zweistufiger Gegentaktverstärker näher beschrieben.

Mechanische Zerhacker

Die zu messende Spannung wird durch ein gepoltes Relais o. ä. in eine pulsierende Gleichspannung umgewandelt und in einem nachfolgenden NF-Verstärker verstärkt (Bild 1).

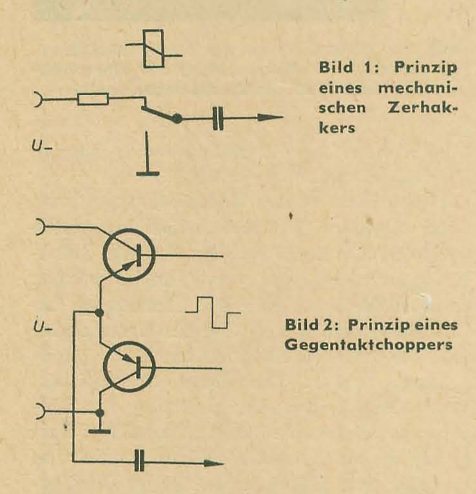


Bild 1: Prinzip eines mechanischen Zerhakkers

Bild 2: Prinzip eines Gegentaktchoppers

Den Eingangswiderstand der Schaltung bestimmt die erste Stufe des nachfolgenden Verstärkers.
Nachteilig sind die beweglichen Kontakte, die der Abnutzung unterliegen und verschmutzen können. Ferner ist eine sehr gute Abschirmung erforderlich, da in den Umschaltpausen der Relaiskontakte Störspannungen auf den Verstärker gelangen können, die u. U. größer als die zu messende Spannung sind.

Chopper

Die Umwandlung der zu messenden Spannung in eine pulsierende Gleichspannung erfolgt durch gesteuerte Transistoren oder Röhren. Bild 2 zeigt das Prinzip eines Gegentaktchoppers.
Den Eingangswiderstand bestimmen die Choppertransistoren bzw. Röhren; Störspannungen sind ebenfalls zu erwarten.

Magnetischer Verstärker

Bild 3 zeigt den prinzipiellen Aufbau eines magnetischen Verstärkers mit zwei Ringkernen. Durch den Steuerstrom wird der durch den Gleichstrom hervorgerufene magnetische Fluß in dem einen Ringkern verstärkt, im anderen abgeschwächt. Der resultierende Fluß ist dann proportional der angelegten Gleichspannung.
Der Eingangswiderstand ist durch die Gleichspannungswicklung gegeben.

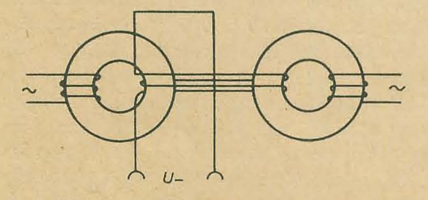


Bild 3: Prinzip eines magnetischen Verstärkers mit zwei Ringkernen

Galvanisch gekoppelter Transistorverstärker

Germaniumtransistoren zeigen eine starke Temperaturabhängigkeit ihrer Kenndaten, insbesondere der Ruheströme. Diese Eigenschaft wurde bei dem nachfolgend beschriebenen Verstärker durch verschiedene Schaltungsmaßnahmen berücksichtigt. Es wurde

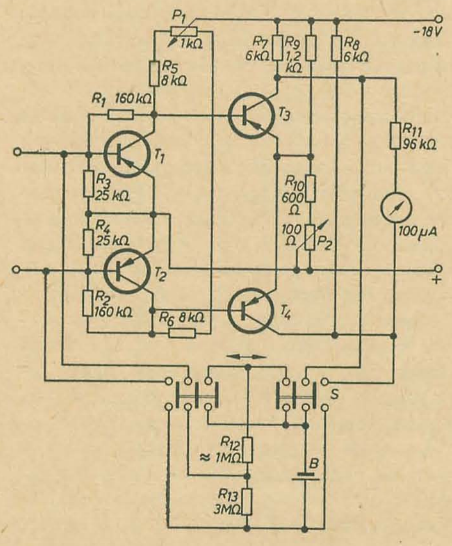


Bild 4: Galvanisch gekoppelter, zweistufiger Gegentaktverstärker

eine zweistufige Gegentaktschaltung gewählt (Bild 4). Die symmetrische Schaltung verhindert in weitem Maße das Abwandern des Nullpunktes. Die Transistoren sind paarweise bezüglich des Kollektorreststromes I_{CEO}, der Stromverstärkung β und des Eingangswiderstandes h_{11e} ausgesucht.
Außerdem wurde die erste Stufe durch eine Parallel-Spannungsgegenkopplung stabilisiert.
Der kleineren Temperaturabhängigkeit des Choppers steht hier der verhältnismäßig geringe Aufwand gegenüber. Außerdem werden diese Verstärker im allgemeinen bei Raumtemperatur betrieben. Eine Nullpunktkorrektur, die sofort nach dem Einschalten vorgenommen werden kann, da ein Warmwerden des Gerätes entfällt, ist vorgesehen.

Für die Transistoren OC 816 der ersten Stufe wurde als Arbeitspunkt festgelegt

$$U_{CE} = 5\ \text{V}$$
$$I_C = 1\ \text{mA}$$

Dazu gehören die Eingangswerte

$$U_{BE} = 130\ \text{mV}$$
$$I_B = 25\ \mu\text{A}$$

Mit einem gewählten Spannungsteilerquerstrom von $I_q = 5\ \mu$A wird

$$R_1 = R_2 = \frac{U_{CE} - U_{BE}}{I_B + I_q} = 160\ \text{k}\Omega$$

$$R_3 = R_4 = \frac{U_{BE}}{I_q} = 26\ \text{k}\Omega$$

(gewählt wurde 25 kΩ)
Die Kollektorwiderstände wurden festgelegt mit

$$R_5 = R_6 = 8\ \text{k}\Omega$$

Mit P_1 können die Unsymmetrien sowohl der ersten als auch der zweiten Stufe ausgeglichen werden (Nullpunkteinstellung), da die Basisvorspannungen der zweiten Stufe an den Kollektorwiderständen der ersten Stufe abgegriffen werden.
Um die beiden Stufen direkt miteinander koppeln zu können, muß das Spannungsniveau der Basis der zweiten Stufe dem des Kollektors der ersten Stufe angeglichen werden (abzüglich der Basisvorspannung). Das erfolgt hier mit dem Spannungsteiler R_9, R_{10} und P_2. Mit P_2 wird der Arbeitspunkt eingestellt und damit die Verstärkung geregelt.
Als Kollektorwiderstände der zweiten Stufe wurden gewählt

$$R_7 = R_8 = 6\ \text{k}\Omega$$

Bei einer Betriebsspannung von 18 V nimmt der Verstärker einen Gesamtstrom von 13 mA auf.
Die Anzeige erfolgt mit einem auf 10 V Endausschlag meßbereicherweiterten 100-μA-Meßwerk.
Zur Eichung der Verstärkung — 1000fach — wird wechselseitig eine Spannung von etwa 2 V an den Ausgang und 1/1000 des Spannungswertes (R_{12} richtet sich nach dem Eingangswiderstand des Verstärkers) an den Eingang des Verstärkers gelegt. Mit P_2 wird auf gleichen Ausschlag eingestellt.
Der Verstärker wurde, bis auf die beweglichen Teile, in Epoxydharz eingegossen, um eine gleichmäßige Temperatur aller Bauelemente

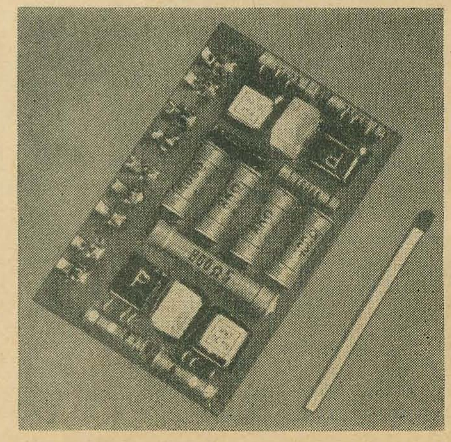


Bild 5: Mechanischer Aufbau des Verstärkers

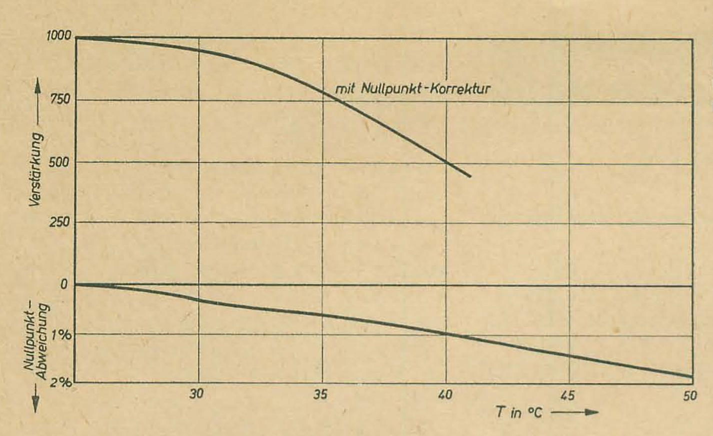


Bild 6: Temperaturabhängigkeit der Verstärkung und des Nullpunktes

zu gewährleisten. Dadurch wurde eine Nullpunktstabilität erreicht, die bei einer Temperaturänderung von 25 °C unter 2% des maximalen Anzeigewertes liegt. Bild 5 zeigt den mechanischen Aufbau, darin sind die beiden Abstandsstücke für die Gießform zu erkennen. Im Bild 6 ist die Temperaturabhängigkeit der Verstärkung und des Nullpunktes dargestellt.
Die verhältnismäßig starke Abhängigkeit der Verstärkung von der Temperatur könnte durch einen Spannungsteiler mit einem Heißleiterwiderstand im Eingang des Verstärkers ausgeglichen werden; das hätte jedoch eine Verminderung der Gesamtverstärkung zur Folge. Für Arbeitsraumtemperaturen reicht die angegebene Verstärkungsregelung aus.

*

Zur weiteren Information empfehlen wir das Buch

Korn/Korn

Elektronische Analogierechenmaschinen

Gleichstromanalogrechner

Übersetzung aus dem Englischen

468 Seiten, 235 Bilder, 6 Tafeln, Ganzleinen 60,— DM

VEB VERLAG TECHNIK · Berlin

Kinder basteln und lernen

„In den Ferien habe ich mir einen Transistorempfänger gebaut. Er geht aber nur sehr leise und undeutlich. Woran kann das denn liegen?" „Mein Freund und ich, wir haben uns zu Hause eine Telefonleitung gelegt. Wir können uns gegenseitig auch gut verstehen, aber es brummt immer so im Hörer. Was kann das sein?" Solche und ähnliche ungezählte Fragen haben die Kinder in unserer Zeit. Doch welche Eltern sind in der Lage, ihren Kindern derartige Fragen zu beantworten? Es sind nur diejenigen, die sich selbst mit der Elektrotechnik beschäftigen oder die, die in unserer Industrie die modernen elektrischen Geräte herstellen.
Sehr viele Kinder können keine Anleitung für ihre technischen Bastelarbeiten von ihren Eltern bekommen, und das ist auch ganz verständlich. Die Kinder würden sich aber wohl kaum zufrieden geben, wenn wir sie bis auf ihre Lehrzeit oder gar auf das Studium vertrösten wollten, wo sie Antwort auf ihre Fragen erhalten würden. Die Technik ist in den letzten Jahren so umfangreich geworden, daß man nicht zeitig genug damit beginnen kann, sich mit ihr auseinanderzusetzen. Unsere Jugend interessiert sich sehr stark für die Technik im allgemeinen und die Elektro- und Nachrichtentechnik im besonderen. Da werden Detektorempfänger gebaut, kleine und auch große Röhrenempfänger, Morseschreiber, Summer, Telefonanlagen und auch mit den modernsten Bauelementen (Transistoren) bestückte tragbare Empfangsgeräte. Keiner wird von einem Schüler im Alter von 12 bis 14 Jahren verlangen, solch ein Gerät zu bauen; es sind die Kinder selbst, die sich an derartige oft umfangreiche Arbeiten machen. Die Kinder sehen noch nicht das technische Wissen und Verständnis, das zum Bau dieser Geräte erforderlich ist. Kurz gesagt, sie stellen sich diese Arbeiten einfacher vor, als sie in Wirklichkeit sind. Eines Tages aber, wenn die „Bauarbeiten" beendet sind und die „Erprobung" stattfindet, kommt dann der Moment, wo die Kinder vor für sie zunächst unlösbaren neuen Aufgaben stehen: „Warum geht der Empfänger nicht? Ich habe doch alles so gebaut, wie es auf dem Schaltbild angegeben ist."
Der eine oder andere von Ihnen wird sich die Frage vorlegen: „Ist es denn richtig, daß man die Kinder derartige komplizierte Geräte überhaupt bauen läßt?"
Wir sollten nicht vergessen, daß es sich am leichtesten lernt, wenn man für die vorliegende Arbeit ein besonderes Interesse aufbringt, denn die Tatsachen beweisen, daß die meisten Kinder noch nicht bewußt lernen. Lernen sollen sie aber, das ist für ihre eigene Zukunft und auch für unsere sozialistische Wirtschaft von großer Bedeutung. Wir müssen also alles tun, um ihnen auf unkomplizierte Art eine möglichst umfangreiches Wissen zu vermitteln. Darin liegt die große pädagogische Bedeutung des Bastelns. Wir sollten also das besondere Interesse, das die Kinder für technische Dinge und für Bastelarbeiten aufbringen, in jedem Fall besonders fördern. Das heißt aber, daß wir die Kinder wirksam unterstützen müssen.
Die Verwirklichung ihrer Wünsche, zum Beispiel einen Röhren- oder einen Transistorempfänger zu bauen, muß von technisch hochqualifizierten Menschen geleitet und gelenkt werden. Diese Aufgabe kann, wie schon anfangs erwähnt, ohne die geistigen Qualitäten der Eltern etwa schmälern zu wollen, in den wenigsten Fällen von den Eltern erfüllt werden.
Unser Staat, die DDR, hat dafür eine Einrichtung geschaffen, mit der den Kindern von heute jede Möglichkeit zu ihrer Weiterentwicklung geboten wird. In der „Station Junge Naturforscher und Techniker" werden täglich Arbeitsgemeinschaften auf verschiedenen technischen Gebieten durchgeführt, in denen Kinder und Jugendliche der Klassen 6 bis 10 die Möglichkeit haben, ihr technisches Wissen zu bereichern und für ihre häuslichen Bastelarbeiten die notwendigen Grundkenntnisse zu erwerben, die sie befähigen, auch ihre technischen Wünsche bald in Erfüllung gehen zu lassen. Es gibt Arbeitsgemeinschaften für Nachrichtentechnik, Steuerungs- und Regeltechnik, Bautechnik, Flugzeug- und Schiffsmodellbau u. a. Die Arbeitsgemeinschaften werden sämtlich von erfahrenen Fachkräften geleitet. Einige von ihnen sind sogar Ingenieure der volkseigenen Industrie. Die Anzahl der Kinder, die sich für diese oder jene technischen Dinge interessieren, wächst ständig, so daß weitere Arbeitsgemeinschaften an den Schulen eingerichtet werden müssen. Die kleinen Gruppen von 10 bis zu 15 Kindern finden sich jede Woche einmal an einem bestimmten Tag für zwei Stunden zusammen, in denen ihnen der Arbeitsgemeinschaftsleiter einige wesentliche Grundkenntnisse vermittelt, die zum Verständnis und zum Bau von technischen Geräten erforderlich sind. Außerdem haben die Kinder Gelegenheit, ihre selbst gebastelten Geräte mitzubringen und praktische Anleitung zu erhalten.
Es ist eine schöne und dankbare Aufgabe, mit Kindern zusammenzuarbeiten. Leider gibt es noch zu wenige Arbeitsgemeinschaftsleiter. Haben Sie nicht Lust, mitzuhelfen, damit wir einer noch größeren Anzahl Kinder die Möglichkeit geben können, die Technik zu meistern? Ich selbst arbeite schon zehn Jahre lang als Arbeitsgemeinschaftsleiter und möchte diese Tätigkeit nicht mehr missen. Die ungezwungene Begeisterung für die Technik und der Fleiß, mit dem die Kinder ans Werk gehen, bereiten auch uns immer wieder aufs neue große Freude. Gern denke ich an die ersten Jahre meiner Tätigkeit als Arbeitsgemeinschaftsleiter zurück. Aus den Jungen, die damals in die 7. und 8. Klasse gingen, sind heute junge Männer geworden. Klaus und Frieder studieren an der Technischen Universität in Dresden, Wolfgang an der Fachschule für Elektrotechnik in Mittweida. Sigmar und Günther haben ihre in der Arbeitsgemeinschaft erworbenen Kenntnisse bei den Nachrichteneinheiten unserer Volksarmee gut gebrauchen können. Noch wenige Jahre, und dann werden sie als Ingenieure und Facharbeiter aktiv am Aufbau unserer sozialistischen Heimat teilnehmen.
Sollte es mir mit dem vorliegenden Artikel gelungen sein, Sie für diese schöne Aufgabe begeistert zu haben, dann sprechen Sie bitte einmal in der Ihnen am nächsten gelegenen Schule vor oder besuchen die „Station Junge Naturforscher und Techniker".

S. Gebhard

Aus der Reparaturpraxis

Serviceerfahrungen mit dem TV-Empfänger Munkácsy (4)

Vertikalablenkung, Bildsynchronfehler

Fehlererscheinung

Das Bild läuft in senkrechter Richtung, erscheint verdoppelt bzw. mehrfach übereinander

Fehlerursache

a) Das Potentiometer R_{135a} (50 kΩ) für die Grobeinstellung der Vertikalfrequenz ist falsch eingestellt

b) Das Potentiometer R_{135b} (10 kΩ) für die Feineinstellung der Vertikalfrequenz ist falsch eingestellt

c) Die Oszillatorröhre PCL 82 ist fehlerhaft

d) Der Kondensator C_{89} (56 nF) des Bildoszillators ist defekt

e) Der Kondensator C_{76} (100 pF) ist fehlerhaft

f) Ein Bauelement der Integrierkette C_{75} (4,7 nF), R_{78} (10 kΩ), R_{137} (100 kΩ), C_{119} (1 nF) ist fehlerhaft

Fehlererscheinung

Auf dem Bildschirm erscheint nur ein heller, horizontaler Strich

Fehlerursache

Hierbei handelt es sich um einen Ausfall der Vertikalablenkung. Der Vertikaloszillator kann ausgefallen sein, oder die Vertikalendstufe arbeitet nicht. Es ist ratsam, sofort die Helligkeit des TV-Empfängers zurückzudrehen, da sich eventuell der helle Strich auf dem Bildschirm einbrennen kann.

a) Die Vertikalablenkspulen haben Kurzschluß

b) Der Widerstand R_{102} (820 kΩ) ist defekt

Fehlererscheinung

Die Bildlinearität stimmt nicht, bzw. die Bilgeometrie ist schlecht

Fehlerursache

Die Fehler der Bildgeometrie sind vielgestaltig und können in ihrer Auswirkung sehr unterschiedlich sein. So können z. B. die im Anodenspannungszweig der Bildoszillatorröhre PCL 82 liegenden Widerstände — bei abweichenden Werten — eine schlechte Bildgeometrie verursachen.

a) Die Bildlinearitätsregler R_{106} und R_{107} (je 500 kΩ) sind fehlerhaft

b) Der Kondensator C_{89} (56 nF) ist defekt

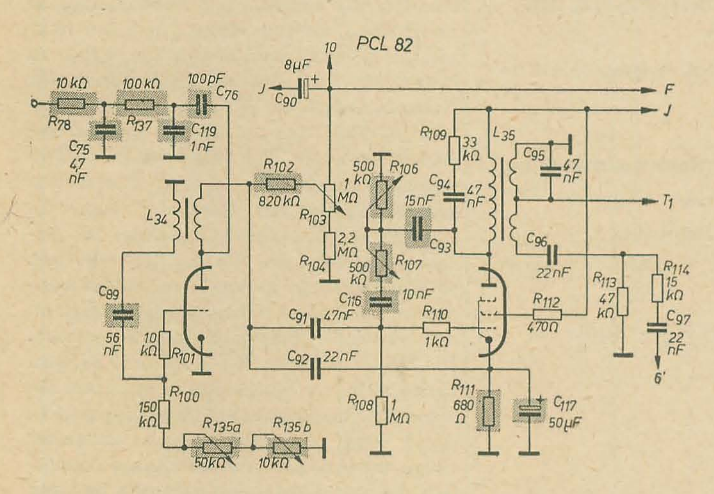
c) Die Katodenkombination R_{111} (680 Ω) bzw. C_{117} (50 μF) der Bildausgangsröhre PCL 82 ist fehlerhaft

d) Der Bildausgangsübertrager L_{35} besitzt Windungsschluß

e) Die Kondensatoren C_{93} (15 nF) und C_{116} (10 nF) sind fehlerhaft

f) Die Röhre PCL 82 ist defekt

Wird fortgesetzt



Vertikalablenkstufe mit der Röhre PCL 82

Kurzmitteilung an alle Fernseh-Vertragswerkstätten

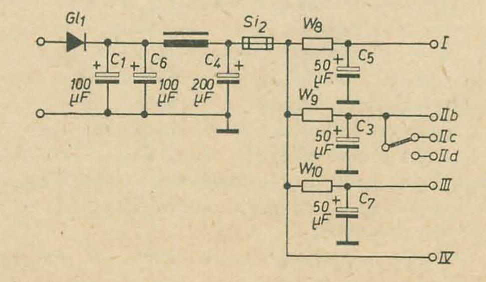
1. Beseitigung des Brummens im Bild bei „Start A"

Diese Erscheinung zeigt sich in weißen oder dunklen Streifen im Bild. Als Ursache dafür wurde festgestellt, daß zwischen Gehäuse und Massekontakt der Doppelelkos Übergangswiderstände auftraten. Es wird empfohlen, zur Beseitigung dieses Brummens, die Elkos C_1, C_3, C_4, C_5, C_6 und C_7 im Netzteil nach folgender Schaltskizze umzuschalten:

Dadurch, daß C_1 vor der Netzdrossel und C_6 direkt an Plusschiene II lag, konnte eine aufgetretene Brummspannung diese Streifenbildung verursachen. Durch die Umschaltung wird C_1 und C_6 parallel vor die Netzdrossel geschaltet. Damit wird die stark pulsierende Gleichspannung durch die Netzdrossel, den Siebelko sowie weitere Siebwiderstände und Elkos geglättet, und die Brummerscheinung ist beseitigt.

2. Gardinenbildung auf der linken Seite des Bildes

Bei Auftreten dieses Fehlers wird empfohlen, zuerst die Germaniumdiode Di_{601} zu überprüfen. Ist diese in Ordnung, so können diese senkrechten, hellen und dunklen Streifen am linken Bildrand durch zusätzlichen Einbau eines Widerstandes von 1,8 kΩ/2 W in Reihe zu C_{604} sowie eines Kondensators 220 pF/500 V parallel zur Linearitätsspule Sp_{603} beseitigt werden. Diese Änderung wurde auch in der Fertigung eingeführt. Der verwendete Widerstand ist ein Borkohleschichtwiderstand 1,8 kΩ/2 W 10% B-TGL 4634 und erhält die Bezeichnung W_{628}. Der Kondensator wird mit C_{613} bezeichnet und ist ein Rohrkondensator 220 pF 10% 500 V TGL 5345 3 × 20.



3. Berichtigung des Stromlaufplanes „Start A"

In der VK-Platte wurde W_{523} mit W_{605} bezeichnet. Die richtige Bezeichnung lautet: W_{523} Herwid S 019/1400-13.

Die Sockelschaltung der Rö EAA 91 wurde versehentlich mit aufgenommen. Wir bitten, diese zu streichen.

Im Netzteil muß C_3 von 100 μF in 50 μF und C_4 von 100 μF in 200 μF geändert werden. Im Heizkreis muß zwischen Punkt 4 $Rö_{202}$ und Masse der Kondensator C_{231} 5 nF eingezeichnet werden.

ACHTUNG!

Bei Durchschlagen der Anodensicherung Si_2 im „Start" ist manchmal, nachdem das Gerät bereits ausgeschalten wurde, eine Restspannung an den Sicherungsklemmen vorhanden. Wir empfehlen, vor Auswechseln der Sicherung beide Federklemmen des Sicherungshalters einige Sekunden lang über einen 10-kΩ-Widerstand zu entladen, um zu verhindern, daß Personen durch elektrische Schläge zu Schaden kommen.

Wir weisen darauf hin, daß der Servicehelfer 19 auch für die Ausführungen „Start 3A/4A/103A" gilt. *VEB Rafena Werke Radeberg*

(Fortsetzung von Seite 303)

so daß sie nur bei Anschluß der Kamera geschlossen ist.

Für die Stromversorgung der Kamera werden 6,3 V Heizspannung benötigt. Die Heizspannung ist gegebenenfalls mit einem zusätzlichen Transformator zu erzeugen. Auf diese Weise kann man den auf dem Kamerakabel entstehenden Spannungsabfall ausgleichen. Die für den Betrieb der Aufnahmeröhre notwendige Anodenspannung von 300 V wird über einen Spannungsteiler aus der Boosterspannung gewonnen und mit Hilfe von C_{50} geglättet. Die negative Vorspannung für die Strahlstromregelung wird mit Gr_3, einem Pillengleichrichter, aus der Netzspannung erzeugt. Als Anodenspannung für den Kameraverstärker werden etwa 200 V Gleichspannung bei 70 mA Strombelastung benötigt. Auch hierzu wird ein zusätzlicher Gleichrichter empfohlen. Mit R_{49}, ND und C_{43} sowie C_{48} wird eine ausreichende Siebung erzielt. Für die magnetische Fokussierung wird eine Durchflutung von etwa 240 AW benötigt, so daß bei der verwendeten Fokussierspule ein Querstrom von 8 ··· 10 mA mit R_{36} eingestellt werden muß. Es dürfte selbstverständlich sein, daß beim Anschalten der Kamera an den Fernsehempfänger ein Trenntransformator in die Netzzuleitung geschaltet wird.

TV-Selektograf „SO 86 F"

Ing. HEINZ HÖSCHEL

In Fortsetzung der Selektografen-Typenreihe SO 60, SO 80 und SO 81 wird jetzt vom VEB Technisch-Physikalische Werkstätten Thalheim der TV-Selektograf SO 86 F gefertigt.
Während die Selektografen SO 80 und SO 81 besonders für den Abgleich von AM- und FM-Empfangsgeräten ausgelegt waren und nur bedingt für den Abgleich von TV-Empfängern benutzt werden konnten, ist der SO 86 F speziell für den TV-Service entwickelt worden, kann aber durch seine Vielseitigkeit auch für andere Meßaufgaben benutzt werden.

Der SO 86 F vereinigt in sich einen Wobbelgenerator von 5 ··· 300 MHz und 470 bis 800 MHz, einen Markengenerator von 5 bis 230 MHz, einen Tongenerator von 400 Hz und einen Oszillograf (Y = 1,5 Hz ··· 1 MHz, Zeitbasis 1 Hz ··· 100 kHz).
Mit dem SO 86 F können alle AM-, FM- und TV-Geräte für die UKW-Bänder I, II, III, IV und V abgeglichen werden.

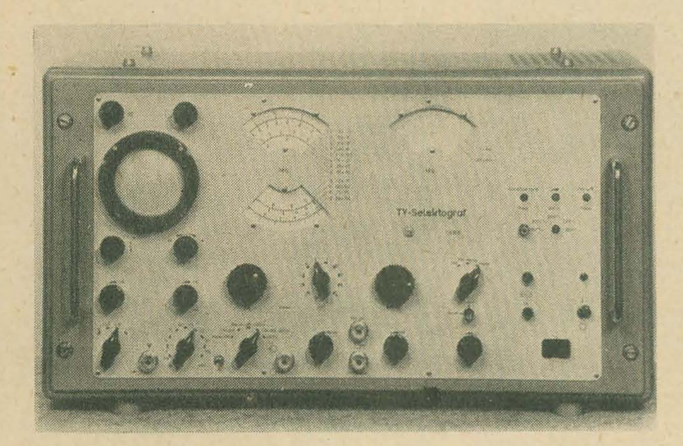


Bild 1: Vorderansicht des TV-Selektograf SO 86 F

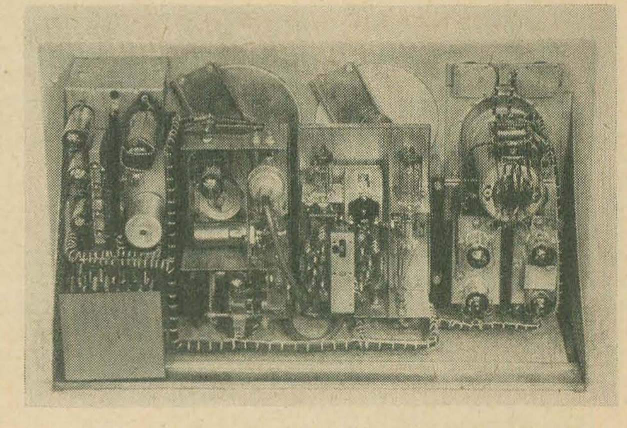


Bild 2: Herausgezogener Geräteeinschub

Es lassen sich u. a. folgende Servicearbeiten an TV-Geräten durchführen:
Abgleich des Bild-ZF-Verstärkers
Abgleich des Ratiodetektors
Überprüfung der AM-Unterdrückung
Abgleich des Ton-ZF-Verstärkers
Abgleich des VHF-Tuners
Abgleich des UHF-Tuners (in Verbindung mit dem Bild-ZF-Verstärker)
Abgleich von ZF-Sperrkreisen und -Saugkreisen (in Verbindung mit dem Bild-ZF-Verstärker)
Einstellen der Bildlinearität (vertikal)
Überprüfen des NF-Teiles
Überprüfen aller Impulsstufen
Weiterhin kann der Markengenerator als Prüfgenerator und der Oszillograf mit dem Demodulator-Tastkopf als Signalverfolger eingesetzt werden.
Als Zusatzgerät zum SO 86 F wird z. Z. ein Bildmustergenerator entwickelt, so daß nach dem Erscheinen dieses Gerätes alle Servicearbeiten auch außerhalb der Sendezeiten des Deutschen Fernsehfunks durchgeführt werden können.

Beschreibung

Der SO 86 F ist als Einschub mit einem Alu-Norm-Gehäuse ausgeführt. Das Gerät ist in sechs Baugruppen aufgeteilt:

1. Netzteil
2. Tongenerator
3. Wobbelgenerator
4. Markengenerator
5. Modulator
6. Oszillografenteil

Die Baugruppen sind an der Vorderwand befestigt und können nach Lösen der Befestigungsschrauben abgenommen werden. Bild 1 zeigt die Vorderansicht und Bild 2 den Geräteeinschub.

Netzteil

Die Bilder 3 und 4 zeigen das Blockschaltbild und den Stromlaufplan des Selektograf. Der Netzteil ist für 190 V, 205 V, 220 V, 235 V, 250 V und für eine Netzfrequenz von 45 ··· 55 Hz ausgelegt. Der Netzeingang ist zweipolig mit 2 × 1 A abgesichert. Alle vom Netzteil abgehende Spannungen werden über eine Lötösenplatte geführt.
Der Netzteil liefert die Heiz- und Gleichspannungen sowie die Wechselspannungen für den Wobbelvorgang. Die Gleichspannungen von 150 V und 240 V sind elektronisch stabilisiert. Die elektronische Regelanordnung weist keine Besonderheiten auf. Die Anodenspannung für die Elektronenstrahlröhre wird mit dem Gleichrichter Gr_1 gleichgerichtet und mit der Siebkette R_8 und C_4 geglättet. Die Wechselspannungsausgänge für den Wobbelvorgang sind mit Phasendrehgliedern C_1, R_7 und C_2, R_6 versehen. Die entsprechenden Phasenlagen werden mit den Einstellreglern R_6 und R_7 eingestellt.

Tongenerator

Die Baugruppe des Tongenerators ist unter dem Netzteil montiert. Der Tongenerator ist als RC-Generator ausgeführt und mit einer ECF 82 ($Rö_5$) bestückt. Das Pentodensystem dient als Schwingröhre und das Triodensystem als Anodenbasisstufe zum Auskoppeln der Tonfrequenz. Mit R_{21} wird der Arbeitspunkt der Schwingröhre und mit R_{18} die Resonanzfrequenz von 400 Hz eingestellt. R_{23} kann mit einem Schraubenzieher von der Frontplatte aus eingestellt werden und dient zur Einstellung der 400-Hz-Amplitude.

Wobbelgenerator

Die Baugruppe des Wobbelgenerators ist in drei Stufen unterteilt, und zwar Festfrequenzwobbler, Überlagerer und Mischstufe. Der Wobbelgenerator ist nach dem

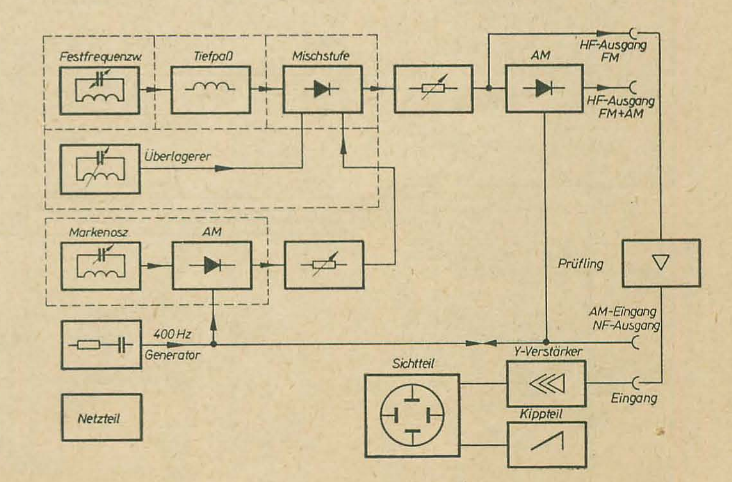
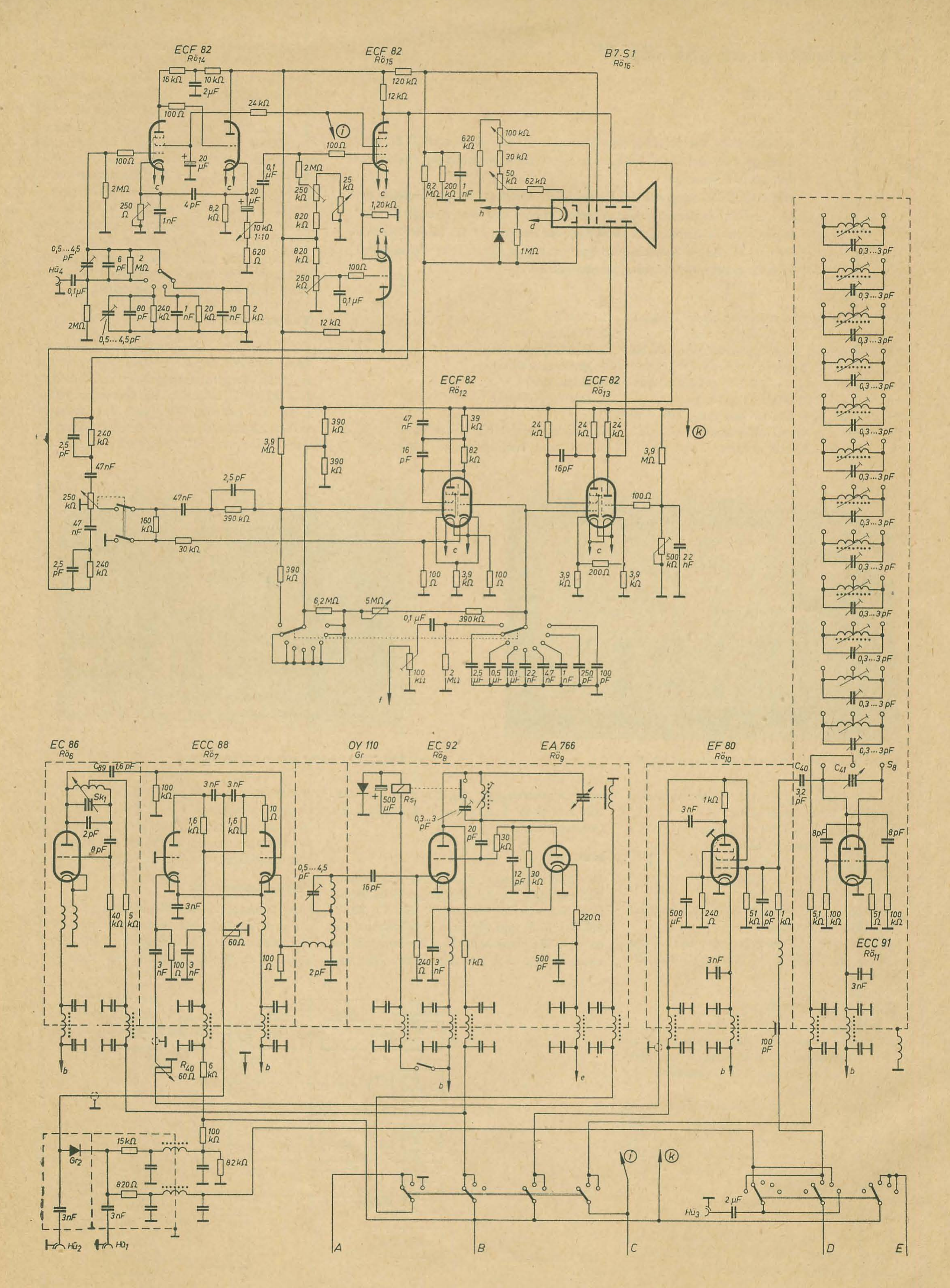


Bild 3: Blockschaltbild



ECF 82
Rö14
ECF 82
Rö15
B7 S1
Rö16
ECF 82
Rö12
ECF 82
Rö13
EC 86
Rö6
ECC 88
Rö7
OY 110
Gr
EC 92
Rö8
EA 766
Rö9
EF 80
Rö10
ECC 91
Rö11
A
B
C
D
E

Schwebungsprinzip mit den durchgehenden Frequenzbereichen von 5 ··· 300 MHz und 470 ··· 800 MHz aufgebaut. Die Frequenzen 5 ··· 300 MHz werden aus der Differenzfrequenz und die Frequenzen 470 ··· 800 MHz aus der Summenfrequenz von Festfrequenzwobbler und Überlagerer gebildet. Der Festfrequenzwobbler schwingt auf einer Frequenz von 250 MHz bzw. 230 MHz. Diese Umschaltung ist notwendig, da durch die 1., 2. und 3. Harmonische von 250 MHz Störstellen bei 250 MHz, 500 MHz und 750 MHz auftreten, bei denen nicht gewobbelt werden kann. An diesen Stellen ist die Eichung auf der Skala des Wobbelgenerators unterbrochen und rot markiert. An diesen Stellen muß der Festfrequenzwobbler auf 230 MHz umgeschaltet werden, und es gelten dann die um 20 MHz versetzt rot ausgelegten Skalenteile. Als Oszillatorröhre wird eine EC 92 (Rö$_8$) verwendet. Die Frequenzmodulation erfolgt mittels eines Schmetterlingskondensators durch sinusförmige Änderung der Kapazität des Oszillators. Hierzu wird der Rotor des Kondensators in mechanische Schwingungen versetzt. Die Schwingungen werden durch ein elektrodynamisches System (Lautsprechersystem) erzeugt, das mit 50 Hz erregt wird. Der Frequenzhub ist kontinuierlich einstellbar und beträgt bei 250 MHz max. ± 10 MHz. Zum Schreiben einer Nullinie wird der Oszillator periodisch ausgetastet. Dies geschieht derart, daß die Diode EA 766 (Rö$_9$) nur die negative Halbperiode der 50-Hz-Spannung zum Gitter der Oszillatorröhre (Rö$_8$) durchläßt, durch die das Signal des Oszillators periodisch ausgetastet wird. Mittels eines Netzwerkes wird die Austastspannung um 90° in der Phase gegenüber dem Spulenstrom des elektrodynamischen Schwingsystemes gedreht.

Von der Katode der Rö$_8$ gelangt die gewobbelte Spannung über einen Tiefpaß zur Katode der Mischstufe Rö$_7$ (1/2 ECC 88). Der Überlagerer ist als Schmetterlingskreis ausgeführt und kontinuierlich von 220 bis 550 MHz durchstimmbar. Als Oszillatorröhre dient eine EC 86 (Rö$_6$). Vom Schmetterlingskreis gelangt die Spannung über C_{89} zum Steuergitter der Mischstufe. Das Mischprodukt wird an der Anode von Rö$_7$ abgenommen und über einen HF-Vierpolregler an die HF-Buchsen Hü$_2$ und Hü$_1$ geführt. Über

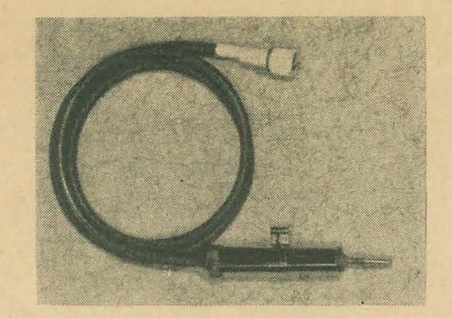


Bild 5: Demodulator-Tastkopf

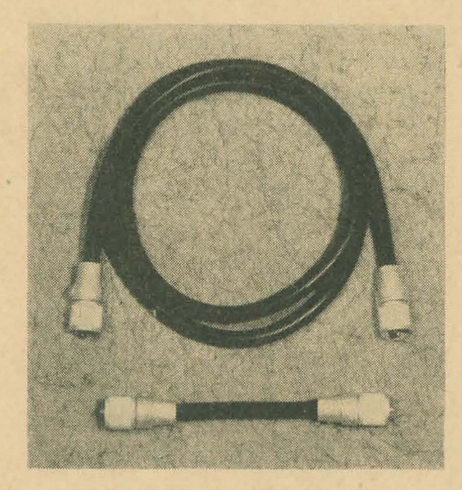


Bild 6: 60-Ω-Anschlußkabel

das zweite System von Rö$_7$ wird die Frequenzmarke vom Markengenerator geführt. Die Anoden der beiden Röhrensysteme sind HF-mäßig parallel geschaltet, so daß die Frequenzmarke zusammen mit dem Mischprodukt abgenommen wird.

Markengenerator

Der Markengenerator ist als Gegentaktoszillator, bestückt mit einer ECC 91 (Rö$_{11}$), ausgeführt. Mit dem Schalter S_8 werden 12 Grobstufen umgeschaltet, der Drehkondensator C_{41} dient zur Feinabstimmung. Damit wird als Grundfrequenz ein Bereich von 5 bis 230 MHz lückenlos überstrichen. Im Frequenzbereich von 470 ··· 800 MHz kann mit einer entsprechenden Oberwelle der Grobstufe 12 gearbeitet werden. Diese Oberwellen sind in ihrer Amplitude noch so groß, daß einwandfreie Frequenzmarken in den Bändern IV und V geschrieben werden können. Über den Kondensator C_{40} wird die HF-Spannung abgenommen und zum Steuergitter der Trenn- und Modulationsröhre Rö$_{10}$ (EF 80) geführt. In dieser Stufe kann die HF-Spannung mit 400 Hz aus dem eingebauten Tongenerator oder mit einer Fremdspannung (Bildmuster) über Hü$_3$ amplitudenmoduliert werden. Bei Eigenmodulation mit 400 Hz wird der Modulationsgrad mit R_{23} eingestellt. Zur Amplitudenregelung der Frequenzmarke dient der HF-Vierpolregler R_{40}. Von diesem gelangt die HF-Spannung an die Katode von Rö$_7$.

Modulator

Zur Untersuchung der AM-Unterdrückung von FM-Demodulatoren kann das gewobbelte Signal noch zusätzlich amplitudenmoduliert werden.

Der Modulator ist zwischen den HF-Ausgangsbuchsen Hü$_1$ und Hü$_2$ angeordnet. Als Modulationsglied dient eine Diode OA 685 (Gr$_2$). In dieser Stufe kann das gewobbelte Signal mit 400 Hz aus dem eingebauten Ton-

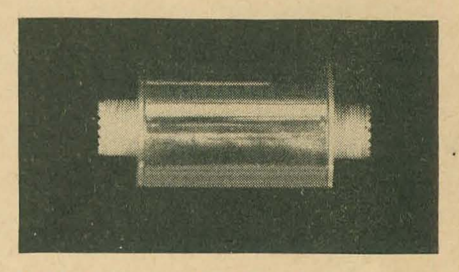


Bild 7: Spannungsteiler 10 : 1, 60 Ω

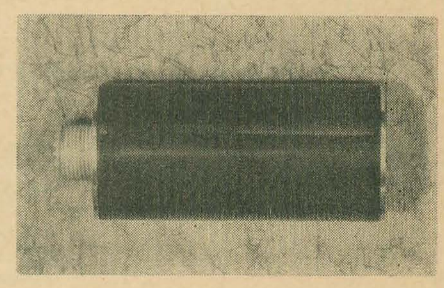
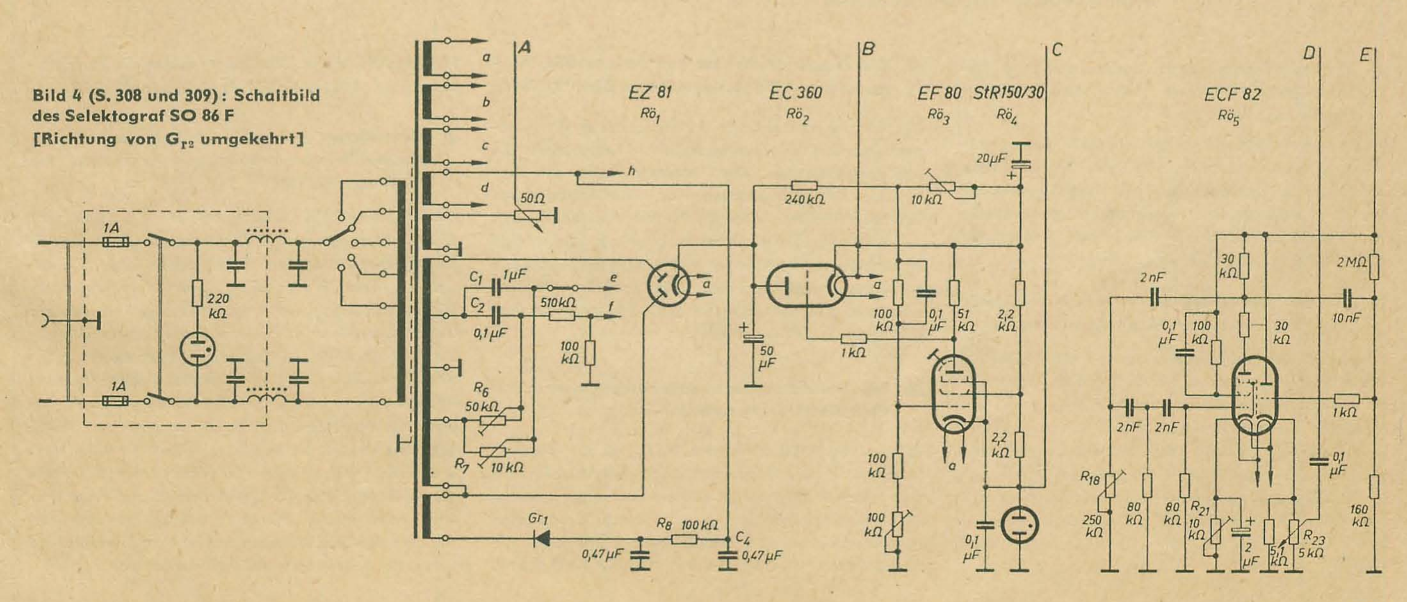


Bild 8: Symmetrierglied 60 Ω/240 Ω

Bild 4 (S. 308 und 309): Schaltbild des Selektograf SO 86 F [Richtung von G_{r2} umgekehrt]



generator oder mit einer Fremdspannung über $Hü_3$ amplitudenmoduliert werden.

Oszillografenteil

Der Oszillografenteil besteht aus den drei Baugruppen: Bedien- und Sichtteil, Y-Verstärker und Kippgenerator.
Der Bedien- und Sichtteil beinhaltet alle Bedienungselemente sowie die Elektronenstrahlröhre mit Abschirmtubus und besitzt Befestigungselemente zur Aufnahme der anderen zwei Baugruppen.
Der Y-Verstärker hat eine Bandbreite von 1,5 Hz ··· 1 MHz bei einem Ablenkkoeffizienten von 30 mV_{ss}/cm. Als Verstärkerröhren dienen zwei ECF 82, wobei eine als Eingangsstufe mit Katodenfolger ($Rö_{14}$) und die andere als katodengekoppelte Gegentaktendstufe ($Rö_{15}$) arbeitet. Die Regelung der Meßspannung erfolgt durch den Eingangsspannungsteiler mit den Teilungsfaktoren 1, 10, 100, 1000 und nach dem Katodenfolger kontinuierlich um den Faktor 10.
Als Kippgenerator dient eine Triode-Pentode in Gitter-Dioden-Schaltung ($Rö_{12}$), die ein Minimum an Schaltelementen erfordert und sehr stabil arbeitet. Der Kippfrequenzbereich reicht von 1 Hz ··· 100 kHz. Die Sägezahnspannung wird nachfolgend in einer katodengekoppelten Gegentaktendstufe ($Rö_{13}$) verstärkt. Der Kippgenerator ist ebenfalls mit 2 × ECF 82 bestückt. Beim Wobbelvorgang wird das Kippgerät abgeschaltet und der Gegentaktendstufe eine 50-Hz-Sinusspannung zugeführt.
Mit Rücksicht auf die am häufigsten vorkommenden Eingangsimpedanzen, Steckerarten und Messungen an TV-Geräten werden zu dem SP 86 F mehrere Meßkabel und Zubehörteile mitgeliefert (Bilder 5 bis 8).

Technische Daten

Wobbelgenerator

Frequenzbereich:	5 ··· 300 MHz 470 ··· 800 MHz
Frequenzunsicherheit:	±5%, aber nicht besser als ±2 MHz
Frequenzhub:	0 ··· ±10 MHz stetig regelbar
Wobbelfrequenz:	50 Hz sinus
Ausgangsspannung:	max. 100 mV_{eff} stetig regelbar
Ausgangsimpedanz:	60 Ω
Modulation:	AM eigen mit 400 Hz, oder AM fremd

Markengenerator

Grundwellen

Frequenzbereiche:	1. 5 ··· 7,5 MHz 2. 7 ··· 10,5 MHz 3. 10 ··· 15 MHz 4. 14 ··· 21 MHz 5. 20 ··· 30 MHz 6. 28 ··· 42 MHz 7. 40 ··· 60 MHz 8. 56 ··· 84 MHz 9. 50 ··· 75 MHz 10. 75 ··· 115 MHz 11. 100 ··· 150 MHz 12. 150 ··· 230 MHz
Oberwellen:	470 ··· 800 MHz
Frequenzunsicherheit:	±2%
Ausgangsspannung:	max. 100 mV_{eff} stetig regelbar
Ausgangsimpedanz:	60 Ω
Modulation:	AM eigen mit 400 Hz, oder AM fremd
Modulationsgrad:	0 ··· 100% stetig einstellbar

Tongenerator

Frequenz:	400 Hz
Ausgangsspannung:	0 ··· 50 V_{ss} stetig einstellbar

Oszillograf

Schirmdurchmesser:	70 mm

Y-Verstärker

Ablenkkoeffizient:	30 mV_{ss}/cm
Frequenzbereich (3 dB):	1,5 Hz ··· 1 MHz
Anstiegszeit:	0,4 μs
Überschwingen:	<3%
Regelbarkeit:	1 : 10000 1 : 10 kontinuierlich 1 : 1000 in 4 Stufen
Eingangsimpedanz:	1 MΩ, 20 pF
Aussteuerbarkeit:	50 mm
Vertikalverschiebung:	±15 mm
Eingangsspannung:	max. 750 V_{ss}

Zeitablenkung

Betriebsart:	selbstschwingend
Frequenzbereich:	1 Hz ··· 100 kHz (Hinlauf)
Regelbarkeit:	1 : 5 kontinuierlich und in 8 Stufen
Zeitbasislänge:	50 mm ± 5 mm
Unlinearität:	<20%
Synchronisierung:	intern, Netzsynchron, positiv oder negativ

Netzanschluß

Spannungen:	190 V, 205 V, 220 V, 235 V, 250 V
Frequenz:	45 ··· 55 Hz
Leistungsaufnahme:	etwa 120 W
Abmessungen:	550 × 320 × 250 mm
Gewicht:	etwa 20 kp

Aus

Nachrichtentechnik

Technisch-wissenschaftliche Zeitschrift für Elektronik · Elektroakustik · Hochfrequenz- und Fernmeldetechnik

Heft 6 (1963)

Versuchs-Fernsehvermittlungseinrichung mit Koordinatenschaltern und elektronischer Steuerung, Teil I

In einer Vermittlungsstelle des Berliner Fernsprechnetzes arbeitet seit Anfang 1962 eine Versuchs-Fernsprechvermittlungseinrichtung mit Koordinatenschaltern und elektronischer Steuerung, an die erstmalig in Deutschland öffentliche Teilnehmer angeschaltet wurden. Der Beitrag stellt diese Anlage vor.

Dualoszilloskop OG 2-10 — eine Neuentwicklung des Werkes für Fernmeldewesen Berlin

Ausgehend von den Erfordernissen der neuen Technik entstand im VEB Funkwerk Köpenick eine Typenreihe neuer Oszilloskope, deren konstruktiver Aufbau und technische Daten sich gegenseitig ergänzen. Bei dem Dualoszilloskop OG 2-10 handelt es sich um ein Gerät mit Einstrahlbildröhre und elektronischem Zweikanalschalter. Der Beitrag beschreibt Aufbau und Wirkungsweise dieses im VEB Funkwerk Köpenick entwickelten und im VEB Werk für Fernmeldewesen hergestellten Meßgerätes.

Die Frequenztoleranz von serienmäßig hergestellten AT-Schwingquarzen über 0,8 MHz

Die Frequenztoleranz von Schwingquarzen wird definiert. Nur auf ihre drei wichtigsten Komponenten: die Abgleichgenauigkeit, den Temperaturgang der Frequenz und auf die Alterung wird näher eingegangen. Es werden einige schaltungstechnische Hinweise für den Anwender von Schwingquarzen gegeben. Über einige technologische Einzelheiten und einige spezielle Meßergebnisse wird berichtet. Die Ausführungen beschränken sich auf technische Schwingquarze des Frequenzgebietes 0,8 — 140 MHz.

Ein Transistor-Impulsspannungsmesser nach dem Autokompensationsprinzip

Es wird ein transistorisiertes Meßgerät zur genauen Bestimmung von Impulsamplituden beschrieben, das nach dem Prinzip eines automatisch abgleichenden Diskriminators arbeitet. Unter Ausnutzung des scharfen Nulldurchganges der Transistorkennlinien wird ein streng linearer Meßbereich von 100 mV bis 1,0 bzw. 10 V (negativ) erzielt. Die Meßgenauigkeit im Frequenzbereich von 100 Hz bis 80 kHz ist besser als ±2 %.

Grundlagen und Möglichkeiten der automatischen Datenverarbeitung in der analytischen Meßtechnik, Teil II

Unter automatischer Datenverarbeitung versteht man die Automatisierung der Auswertung vorher identifizierter Informationselemente innerhalb eines Objektbereichs durch Verknüpfung ihrer Wertinformation. Die Identifizierung der Informationselemente und die Verknüpfung ihrer Wertinformation stellen bereits eine Vorstufe der Tätigkeit adaptiver kybernetischer Systeme dar. Diese bilden die höchstentwickelte Stufe der Kybernetik überhaupt, die bekanntlich als Lehre von den selbstregelnden, selbststabilisierenden und selbstorganisierenden oder adaptiven Systemen erklärt wird. Der Beitrag zeigt, welche Möglichkeiten und Vorteile die Automatisierung der Datenverarbeitung in der analytischen Meßtechnik bietet. Er definiert die zum Verständnis der Ausführungen notwendigen Begriffe und beschreibt Schaltungen und Arbeitsprinzipien.

Ein selbstgebauter Service-Kleinstoszillograf

HERMANN MÄGDEFRAU

Für viele Servicezwecke, bei denen es nicht auf besonders hohe Meß- und Abbildungsgenauigkeit ankommt, ist der Einsatz eines Oszillografen meist recht umständlich, da die gebräuchlichen Geräte dieser Art infolge ihrer räumlichen Abmessungen auf dem Arbeitstisch sehr viel Platz beanspruchen und auch wegen ihres hohen Gewichtes kaum oder nur bedingt zu Reparaturen in der Wohnung des Kunden mitgenommen werden können.

Eine Erleichterung schaffte hier der Kleinoszillograf „Oszi 40". Dieses Gerät ist mit einer Oszillografenröhre mit einem 4-cm-Bildschirm (z. B. B 4 S 1, B 4 S 2) bestückt. Diese Bildröhren müssen aber infolge ihres Kolbendurchmessers von min. 40 mm im Oszillografen fest eingebaut werden und können nicht, wie dies oft wünschenswert erscheint, in einem Tastkopf verwendet werden. Der Einsatz einer Oszillografenröhre in einem Tastkopf, der gleichzeitig den Meßverstärker enthält, hat folgende Vorteile:

1. Das Oszillogramm erscheint direkt hinter dem angetasteten Meßpunkt. Es ist daher keine Konzentrationsteilung zwischen Meßstelle und Oszillograf erforderlich.
2. Die Verbindung zwischen Meßpunkt und Meßverstärker ist die denkbar kürzeste.

Der Oszillograf wurde in zwei Baugruppen unterteilt, die untereinander durch ein flexibles neunadriges Kabel verbunden sind.

Hierzu gehören der Stromversorgungs- und Kippteil (Bild 1) und der Anzeigeteil mit Meßverstärker und Lupe zur Bildbetrachtung (Bild 2).

Zur Schaltung selbst, die in den Bildern 3 bis 5 wiedergegeben wird, ist nichts wesentliches zu sagen. Es ist eine herkömmliche Schaltung, wie sie bereits im „Oszi 40" verwendet wird. Natürlich wurde aus Gründen der Platzersparnis auf die getrennte Herausführung der Plattenanschlüsse und der Synchronisation verzichtet. Da der Netz- und Kippteil als Grundbaustein für eine Reihe weiterer Zusatzgeräte dienen soll, wurde davon abgesehen, die Kippfrequenzen auf zwei Festfrequenzen (50 und 15625 Hz) zu beschränken, wie dies ja für den Fernsehservice zweckmäßig wäre. Weitere Zusatzgeräte, deren Anschluß vorgesehen ist, sind:

Röhrenvoltmeter, Griddipmeter, Multivibrator und eine Reihe von HF-Generatoren mit je einer Frequenz, die nach Bedarf mit der Kippfrequenz moduliert werden kann.

An der Duodekalfassung an der Frontplatte des Gerätes stehen folgende Spannungen zur Verfügung:

6,3 V, 1,5 A belastbar
500 V, 3 mA belastbar
250 V, 25 mA belastbar
0 ··· 100 V einstellbar, 1 mA belastbar
0 ··· —50 V einstellbar, 1 mA belastbar
0 ··· 150 V Kippspannung, 5 Hz ··· 100 kHz, in neun Stufen einstellbar, mit Feinabstimmung, nicht belastbar
Synchronanschluß für das Kippgerät

Den Versuchsaufbau des Netz- und Kippteiles zeigen die Bilder 6 und 7. Bild 6 ist die Seitenansicht des geöffneten Gerätes von links. Die Seitenansicht von rechts zeigt das Bild 7, auf dem deutlich die beiden Röhren EZ 80 und EL 83 zu erkennen sind. Aus Platzgründen mußte das Sicherungselement im Inneren des Gerätes untergebracht werden. Es ist rechts über dem Netztransformator zu erkennen. Maßangaben über die Anordnung der Einzelteile sind nicht zweckmäßig, da die Größe der z. Z. erhältlichen Teile für deren Einordnung maßgebend ist.

Der Meßkopf ist aus PVC-Hartmaterial in Einzelstücken gefertigt und mit Ausnahme der vorderen Abdeckkappe, der Abdeckung des Kabelschachtes und der Griffstückplatten verschweißt. Die gesondert genannten Teile sind mit dem Grundkörper verschraubt. Im Rohr befindet sich die Röhre B 2 S 2 mit den Sockelstiften nach vorn gerichtet. Sie ist durch einen im Vakuum geglühten Mu-Metallzylinder mit einer Wandstärke von 0,5 mm gegen äußere Felder abgeschirmt und wird lediglich von der Röhrenfassung gehalten,

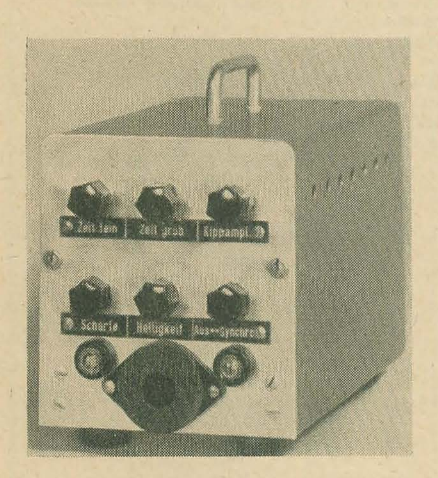


Bild 1: Stromversorgungs- und Kippteil ◄

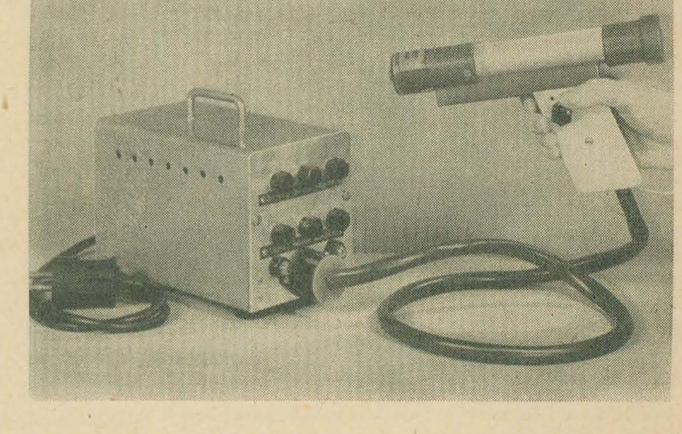




Bild 2: Stromversorgungs- und Kippteil mit dem Anzeigeteil mit Meßverstärker und Lupe

Der Einsatz einer Oszillografenröhre im Tastkopf ist allerdings nur dann möglich, wenn diese Röhre einen derart geringen Kolbendurchmesser besitzt, daß der Tastkopf selbst noch genügend klein und handlich hergestellt werden kann. Bei dem vorliegenden Gerät wurde die für Digitalanzeige entwickelte Oszillografenröhre B2S2 vom VEB Funkwerk Erfurt verwendet, deren Kolbendurchmesser max. 20 mm beträgt. Diese Röhre besitzt einen Novalsockel. Die Anodenspannung beträgt nur 500 V, ihre Ablenkempfindlichkeit etwa 0,14 mm/V. Bild- und Zeitablenkung sind unsymmetrisch; der hierdurch entstehende leichte Trapezfehler fällt bei der Kleinheit des Oszillogramms kaum ins Gewicht und kann daher vernachlässigt werden. Sockelschaltung und technische Daten dieser Röhre sind aus den erhältlichen Datenblättern ersichtlich.

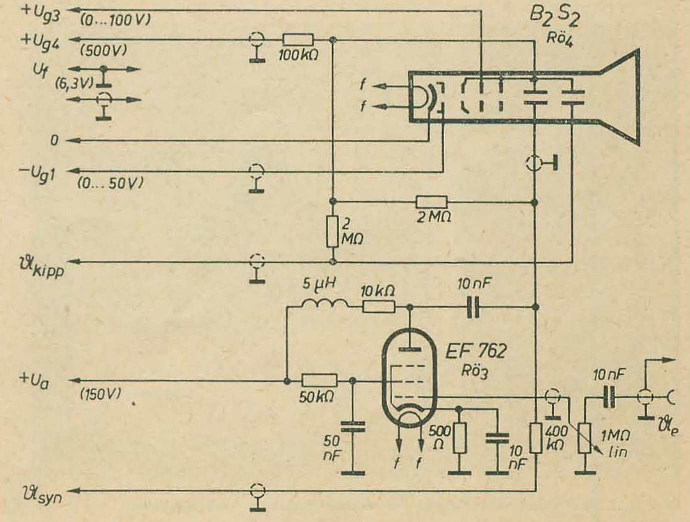
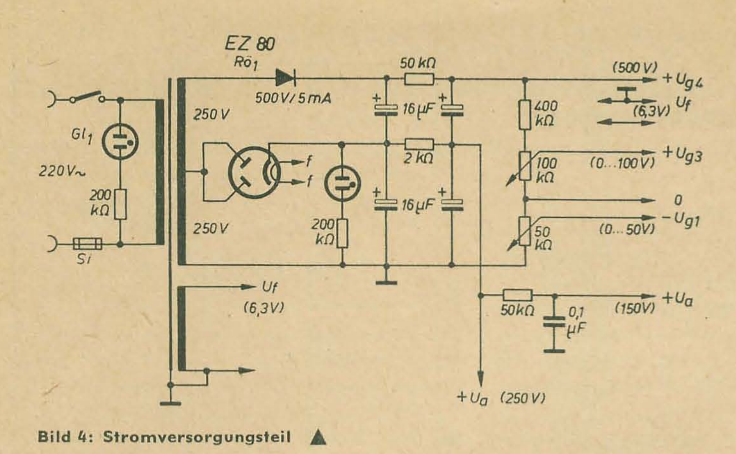


Bild 3: Anzeigeteil mit Meßverstärker



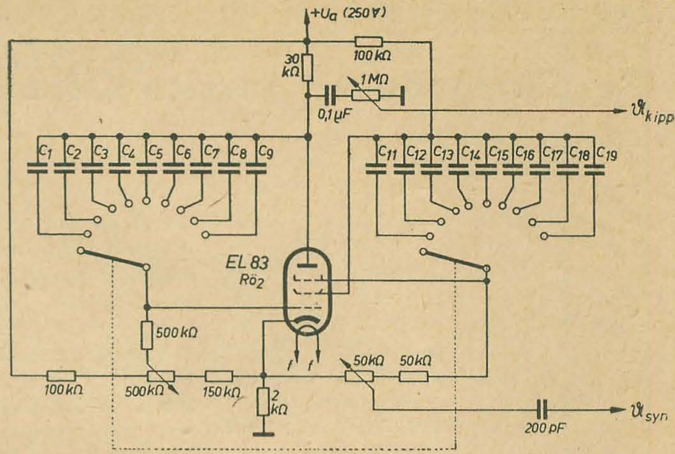


Bild 4: Stromversorgungsteil ▲

Bild 5: Kippteil ▶

deren Metallring entfernt wurde. Die Fassung selbst wird durch eine Wulst in der vorderen Abdeckkappe an das Trägerrohr gepreßt und dort festgehalten. Die Verdrahtung führt durch den unter dem Trägerrohr liegenden Kabelschacht in das Griffstück, in dem sich der Meßverstärker mit dem Verstärkungsregler befindet. Der Meßverstärker ist mit einer Subminiaturröhre EF 762 (VEB Röhrenwerk Neuhaus) bestückt. Seine Verstärkung ist durch einen induktiven Arbeitswiderstand einigermaßen linearisiert. Der Verstärkungsregler ist ein linearer 1-MΩ-Miniaturregler (VEB Elrado, Dorfhain).

Auf das rückwärtige Ende des Trägerrohres kann eine Lupe aufgeschoben werden, die durch Umbau einer einfachen Uhrmacherlupe hergestellt wurde.

Die Verbindung der beiden Geräteteile geschieht durch ein neunadriges flexibles Kabel, dessen Adern, um eine gegenseitige Beeinflussung zu vermeiden, abgeschirmt sind. Die Ableitwiderstände von Meß- und Zeitplatten sind im Duodekalsockel untergebracht, der den Oszillografenvorsatz mit dem Netzteil verbindet.

Die Leistungsaufnahme des Gerätes beträgt max. 30 W. Durch eine herausgeführte Masseleitung wird das Gerätegehäuse mit dem Chassis des Reparaturgerätes verbunden, so daß eine zusätzliche Arbeitsgefährdung nicht eintreten kann.

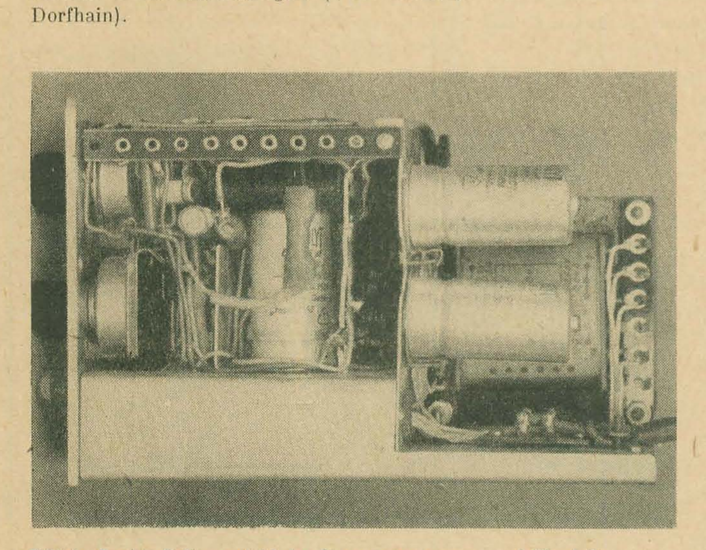


Bild 6: Rechte Seitenansicht des Stromversorgungs- und Kippteils

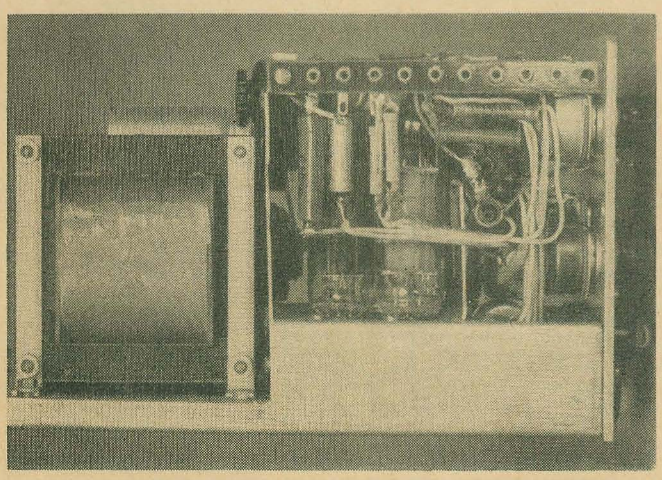


Bild 7: Linke Seitenansicht des Stromversorgungs- und Kippteils

Zusammenstellung der verwendeten elektrischen Einzelteile

Einzelteil	Wert	
1 Transformator M 85 Primär 127/220 V Sekundär 2 × 250 V (50 mA) 6,3 V (3,5 A)		
2 Trockengleichrichter 275 V (5 mA)		
1 Kühlschelle für EF 762 für Nenngröße 33 nach DIN 00 41 549		
1 Spule 5 µH auf 10-kΩ-Widerstand (1 W) aufgeschoben und verklebt		
2 Einbauglimmlampen 15-03 mit Fassungen		
1 Sicherungselement (0,3 A) komplett		
1 Röhre EZ 80 (Netzgleichrichter)		
1 Röhre EF 762 (Meßverstärker)		
1 Röhre EL 83 (Kippröhre)		
1 Röhre B 2 S 2 (Bildröhre)		
1 HF-Mehrstellenschalter 2 × 9		
2 Schichtwiderstände	500 Ω	0,5 W
2 Schichtwiderstände	2 kΩ	2,0 W
1 Schichtwiderstand	10 kΩ	1,0 W
1 Schichtwiderstand	30 kΩ	1,0 W
2 Schichtwiderstände	50 kΩ	0,5 W
3 Schichtwiderstände	100 kΩ	0,5 W
1 Schichtwiderstand	150 kΩ	0,5 W
2 Schichtwiderstände	200 kΩ	0,1 W
2 Schichtwiderstände	400 kΩ	0,5 W
2 Schichtwiderstände	500 kΩ	0,5 W
2 Schichtwiderstände	2 MΩ	0,1 W
2 Schichtwiderstände	50 kΩ	2,0 W
2 Potentiometer	50 kΩ	lin.
1 Potentiometer	100 kΩ	lin.
1 Potentiometer	500 kΩ	lin.
1 Potentiometer	1 MΩ	(Miniatur)
1 Potentiometer	1 MΩ	mit Schalter
4 Elektrolytkondensatoren	16 µF	350/385 V
2 Sikatropkondensatoren	0,1 µF	500 V
1 Sikatropkondensator	50 nF	250 V
2 Sikatropkondensatoren	10 nF	250 V
1 Sikatropkondensator	10 nF	1000 V
1 Keramikkondensator	200 pF	
C_1 Sikatropkondensator	0,1 µF	
C_2 Sikatropkondensator	35 nF	
C_3 Sikatropkondensator	9 nF	
C_4 Sikatropkondensator	3 nF	
C_5 Keramikkondensator	650 pF	
C_6 Keramikkondensator	250 pF	
C_7 Keramikkondensator	75 pF	
C_8 Keramikkondensator	13 pF	
C_9 Keramikkondensator	10 pF	
C_{11} Sikatropkondensator	50 nF	
C_{12} Sikatropkondensator	10 nF	
C_{13} Sikatropkondensator	5 nF	
C_{14} Sikatropkondensator	1 nF	
C_{15} Keramikkondensator	500 pF	
C_{16} Keramikkondensator	150 pF	
C_{17} Keramikkondensator	100 pF	
C_{18} Keramikkondensator	40 pF	
C_{19} Keramikkondensator	20 pF	

Oszillografische Messung des Frequenzhubes

Ing. RUDOLF GROLLMISCH

Die Frequenzmodulation hat in den vergangenen Jahren zur Verkodung einer Nachricht immer mehr an Bedeutung gewonnen. Wurden früher vornehmlich amplitudenmodulierte Signale von den Sendern ausgestrahlt, ist die Frequenzmodulation heute aus der Nachrichtentechnik nicht mehr wegzudenken. Es sei dabei auch auf die zunehmende Verwendung der Frequenzmodulation im kommerziellen Funkdienst, z. B. beim Funkfernschreiben, hingewiesen.

Eine charakteristische Größe der Frequenzmodulation, die meßtechnisch oft erfaßt werden muß, stellt der Frequenzhub dar. Der Frequenzhub ist eine dem Modulationsgrad bei amplitudenmodulierten Signalen analoge Modulationsgröße.
Ist zur Erfassung des Modulationsgrades eine ganze Reihe von Meßverfahren bekannt, so trifft das für die Messung des Frequenzhubes nicht zu.
Eines der meist verwendeten Verfahren zur Bestimmung des Modulationsgrades nutzt den Oszillografen aus. Weniger bekannt ist jedoch, daß sich auch der Frequenzhub oszillografisch bestimmen läßt.
Im folgenden wird nun ein Verfahren zur oszillografischen Bestimmung des Frequenzhubes beschrieben.
Zum besseren Verständnis der Ausführungen sei wiederholt, daß der Frequenzhub die maximale Änderung der Frequenz gegenüber der Mittenfrequenz bei Modulation darstellt. Dabei ist der Frequenzhub der Amplitude des modulierenden Signals proportional. Die Frequenz des modulierenden Signals geht als Änderungsgeschwindigkeit der Frequenz ein. Näheres findet man in [1].
Zur Durchführung der Messung wird eine Differenzfrequenz gebildet und zur weiteren Messung benutzt. Dazu wird die frequenzmodulierte Schwingung f_M mit einer Hilfsfrequenz f_H gemischt. Diese Mischung erfolgt in einer Mischstufe, die über ein nichtlineares Element verfügt, dessen Kennlinie durch eine Reihe der Form

$$i = i_0 + a_1u + a_2u^2 + \cdots + a_nu^n \qquad (1)$$

dargestellt werden kann.

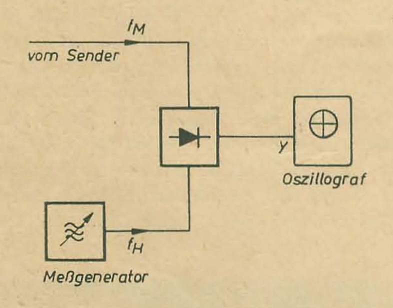


Bild 1: Prinzipielle Meßanordnung zur oszillografischen Ermittlung des Frequenzhubes

Werden die Frequenzen f_M und f_H mit Hilfe dieses nichtlinearen Elementes gemischt, dann erscheinen am Ausgang der Mischstufe — vorwiegend bedingt durch das quadratische Glied der Kennlinienfunktion — die Frequenzen f_H, f_M, ihre Differenz $f_H - f_M$ und die Summe $f_H + f_M$.
Entspricht die Hilfsfrequenz etwa der Größe der frequenzmodulierten Schwingung f_M, dann ist die Frequenz der Differenzschwingung $f_H - f_M$ verhältnismäßig niedrig.
Wird nun das gesamte am Ausgang der Mischstufe erscheinende Frequenzgemisch in einer Meßanordnung nach Bild 1 in den y-Eingang eines Oszillografen eingespeist, dann wird auf dem Bildschirm die Differenzfrequenz sichtbar.
Im allgemeinen liegen frequenzmodulierte Schwingungen so weit außerhalb des Frequenzbereiches des Oszillografen, daß weder die frequenzmodulierte Schwingung f_M noch die Hilfsschwingung f_H den Abbildungsvorgang störend beeinflussen.
Es würde den Rahmen des Beitrages sprengen, wenn man die Vorgänge in der Mischstufe eingehend betrachten und die entstehenden Ausgangsgrößen und ihre Abhängigkeit von den Eingangsgrößen analysieren würde.
Es läßt sich mathematisch beweisen, daß bei rein sinusförmiger Hilfsfrequenz f_H die Differenzfrequenz in ihrer Form genau der Frequenz f_M entspricht.
Daß auch der Frequenzhub $\Delta f'$ der Differenzfrequenz f_M' dem Frequenzhub Δf der Frequenz f_M entspricht, sei jedoch in kurzer Form bewiesen.
Schwankt die Frequenz f_M entsprechend der Modulation mit dem Frequenzhub Δf zwischen den Werten f_{max} und f_{min}, dann ist

$$f_{max} - f_{min} = 2\,\Delta f \qquad (2)$$

und

$$\frac{f_{max} + f_{min}}{2} = f_{Mo} \qquad (3)$$

Nach der Mischung ist

$$f_{Mo} - f_H = f_{Mo}' \qquad (4)$$
$$f_{max} - f_H = f_{max}' \qquad (4a)$$
$$f_{min} - f_H = f_{min}' \qquad (4b)$$

und daraus

$$f_{max}' - f_{min}' = 2\,\Delta f, \qquad (5)$$

denn nach Gleichung (4) ist

$$f_{max}' - f_{min}' = f_{max} - f_H - f_{min} + f_H \qquad (6)$$

Aus Gleichung (6) ist ersichtlich, daß sich der Frequenzhub tatsächlich nicht verändert.
Damit entspricht die Differenzfrequenz f_M' der Frequenz f_M, und die Auswertung der Modulationsgrößen der Differenzfrequenz ergibt die gleichen Werte wie bei der normalen Frequenz. Es bleibt dann für die Messung des Frequenzhubes der Frequenz f_M nur die Messung des Frequenzhubes der Differenzfrequenz f_M' übrig.
Von dieser Tatsache geht nun das zu beschreibende Verfahren aus. Der Frequenzhub der Differenzschwingung wird mit Hilfe der Hilfsfrequenz f_H bestimmt.
Wird die Hilfsfrequenz so eingestellt, daß die Bedingung

$$f_M - f_H > 2\,\Delta f \qquad (7)$$

eingehalten wird, dann erscheint auf dem Bildschirm des Oszillografen eine frequenzmodulierte Schwingung mit der Mittenfrequenz f_{Mo}'. Bild 2 gibt das Schirmbild einer solchen Schwingung wieder.
Es ist deutlich zu erkennen, daß die Frequenz zwischen einem maximalen und einem minimalen Wert schwankt. Die Schwankung erfolgt dabei im Takte des modulierenden Signals.
Während Bild 2 die Spannungs-Zeit-Funktion der frequenzmodulierten Schwingung darstellt, ist im Bild 3 die Frequenz-Zeit-Funktion dargestellt.

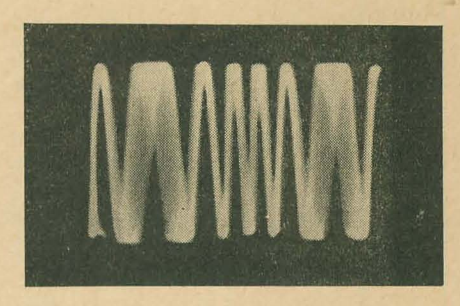


Bild 2: Schirmbild einer frequenzmodulierten Differenzschwingung (Frequenz 5 kHz, Frequenzhub 1 kHz)

Aus beiden Bildern ist zu erkennen, daß sich die Frequenz f_{min}' immer weiter dem Wert Null nähert, je kleiner der Unterschied zwischen f_M und f_H wird.
Diesen Vorgang der Näherung zeigt Bild 4. Stellt man die Hilfsfrequenz f_H so ein, daß, wie im Bild 4a zu sehen ist, die Bedingung

$$f_{Mo} - f_H = \Delta f = f_{Mo}' \qquad (8)$$

erfüllt wird, dann erreicht die Frequenz f_{min}' den Wert Null.
Nach Gleichung (2) ist

$$f_{min}' = 2\,\Delta f - f_{max}' \qquad (9)$$

Da die Bedingung

$$f_{Mo}' = \Delta f \qquad (9a)$$

eingestellt wurde, ist unter Zuhilfenahme der Gleichung (3)

$$f_{min}' = 0 \qquad (9b)$$

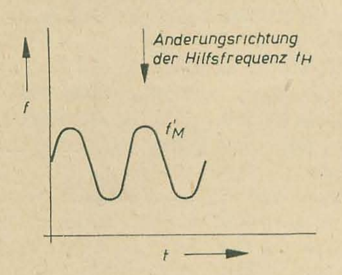
Auf dem Bildschirm entsteht demgemäß eine frequenzmodulierte Schwingung nach Bild 4b mit einer bestimmten Anzahl von „Nullstellen". Die Nullstellen entsprechen dabei den Frequenzen f_{min}'. Wird die Hilfsfrequenz weiter zu der Frequenz f_M hin genähert, bis der Fall

$$f_H = f_{Mo} \qquad (10)$$

eintritt, dann verdoppelt sich die Anzahl der Nullstellen, wie es in den Bildern 4c und 4d zu sehen ist.
Betrachtet man den Meßvorgang genau, dann ist zu erkennen, daß der Meßgenerator zwischen den eingestellten Bedingungen nach den Gleichungen (8) und (10) um den Betrag des Frequenzhubes verstimmt wurde!

Bei flüchtiger Betrachtung erscheint es vielleicht merkwürdig, daß für die Frequenz f_{min}' nach Gleichung (10) ein negativer Wert erscheint. Das negative Vorzeichen deutet jedoch nur darauf hin, daß alle Frequenzen zwischen f_{Mo}' und f_{min}' einen Phasensprung um 180° erleiden.

Bezeichnet man die Hilfsfrequenz bei der Einstellung gemäß Gleichung (8) mit f_{H1} und gemäß Gleichung (10) mit f_{H2}, dann ist nach den Gleichungen (8) und (10)



$$f_{H1} - f_{H2} = f_{Mo} - \Delta f - f_{Mo} \quad (11)$$
$$f_{H1} - f_{H2} = -\Delta f \quad (11a)$$

Das heißt nichts anderes, als daß sich die Nullstellen dann verdoppeln, wenn die Hilfsfrequenz um den Betrag des Frequenzhubes verändert wird, was oben schon angedeutet wurde.

Verändert man die Hilfsfrequenz f_H weiter, bis sie größer als f_{Mo} wird, dann vermindern sich bei der Einstellung

$$f_H - f_{Mo} = \Delta f = f_{Mo}' \quad (12)$$

die Nullstellen wieder auf die Hälfte; dieser Vorgang ist in den Bildern 4e und 4f skizziert.

Der gesamte Vorgang läuft in der umgekehrten Reihenfolge wie oben beschrieben ab.

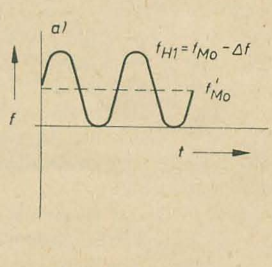
Der Frequenzhub Δf der Differenzschwingung f_M' und damit der modulierten Schwingung f_M läßt sich also dadurch ermitteln, daß man von einer bestimmten Anzahl von Nullstellen — einer Einstellung gemäß Gleichung (8) — ausgeht und die Hilfsfrequenz so weit verändert, bis die doppelte Anzahl von Nullstellen erscheint. Die Verstimmung des Meßgenerators entspricht dann dem Frequenzhub.

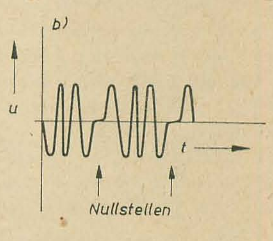
Es hat sich jedoch gezeigt, daß in der Praxis die Ablesbarkeit der Verstimmung am Meßgenerator für diese Art der Bestimmung des Frequenzhubes zu ungenau ist. Es ist deshalb zweckmäßiger, den Meßgenerator zwischen den Einstellungen mit der einfachen Zahl über die Einstellung mit der doppelten Anzahl der Nullstellen zu variieren. Allerdings muß man dann beachten, daß die Verstimmung dem doppelten Frequenzhub entspricht.

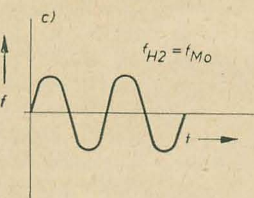
Dieses Verfahren ist besonders für kleine Frequenzhübe geeignet. Ist der Frequenzhub der modulierten Schwingung f_M so groß, daß der Frequenzgang des Oszillografen in den Meßvorgang eingeht, dann entstehen auf dem Bildschirm statt der Nullstellen Spannungsbäuche; die Differenzschwingung f_M' wird ampiltudenmoduliert, und es entsteht eine Art Hüllkurve, wie im Bild 5 zu erkennen ist.

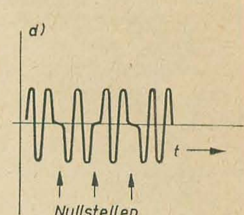


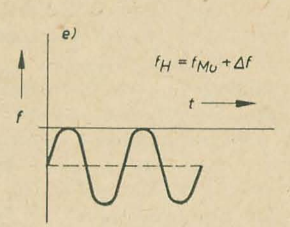
◄ Bild 3: Frequenz-Zeit-Funktion der Schwingung nach Bild 2











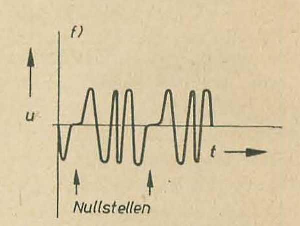


Bild 4: Funktionsdarstellungen der Bildung der Differenzschwingung aus den beiden Frequenzen f_M und f_H

Verändert man die Hilfsfrequenz in der Weise, wie bereits erwähnt, dann verdoppeln sich die Spannungsbäuche analog der Verdoppelung der Nullstellen.

Bei der praktischen Messung geht man von der Einstellung gemäß Bild 5 aus. Die Differenzfrequenz zwischen der frequenzmodulierten Schwingung f_M und der Hilfsschwingung f_H entspricht dann dem Frequenzhub Δf.

Auf der Verstimmungsskala des Meßgenerators wird der Wert Null eingestellt.

Verändert man die Hilfsfrequenz zur Mittenfrequenz f_{Mo} hin, dann verdoppeln sich die Spannungsbäuche.

Der Vorgang der Verdoppelung ist im Bild 6 zu erkennen.

Erscheint auf dem Bildschirm die doppelte Anzahl von Nullstellen bzw. Spannungsbäuchen, dann ist der Meßgenerator um den Wert des Frequenzhubes verstimmt worden.

Die am Meßgenerator ablesbare Verstimmung entspricht dem Frequenzhub.

Wie das Schirmbild bei der doppelten Anzahl von Nullstellen aussieht, ist im Bild 7 wiedergegeben.

Es hat sich auch hier als zweckmäßig erwiesen, nicht nur zwischen diesen Einstellungen zu variieren, sondern die Einstellung der Hilfsfrequenz so weit zu verändern, bis wieder ein Schirmbild nach Bild 5 entsteht. Die ablesbare Verstimmung entspricht dann dem doppelten Frequenzhub. Bei sehr großen Frequenzhüben kann man allerdings auf diese Methode verzichten. Zur Beurteilung der Brauchbarkeit des Verfahrens interessiert vor allem die erreichbare Genauigkeit.

Subjektive Meßfehler gehen kaum in die Messung ein, da bei einiger Übung die Nullstellen sehr genau einstellbar sind. Weit mehr hängt die erreichbare Genauigkeit von der Konstanz der verwendeten Frequenz ab, da der absolute Betrag der Frequenzkonstanz in die Messung voll als Meßfehler eingeht.

Nimmt man den ungünstigsten Wert der Frequenzkonstanz der Hilfsfrequenz f_H mit etwa 10^{-3} bei 50 MHz an, dann ist der absolute Betrag des Meßfehlers 50 kHz. Dieser Meßfehler ist möglich, wird jedoch bei ge-

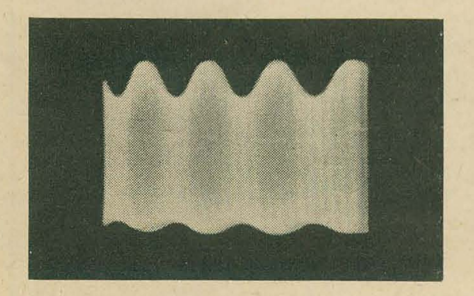


Bild 5: Hüllkurvendarstellung einer frequenzmodulierten Schwingung mit der einfachen Anzahl von Spannungsbäuchen

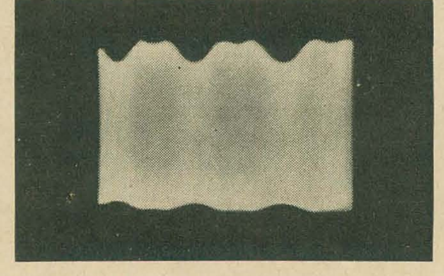


Bild 6: Darstellung der Bildung der doppelten Anzahl von Spannungsbäuchen

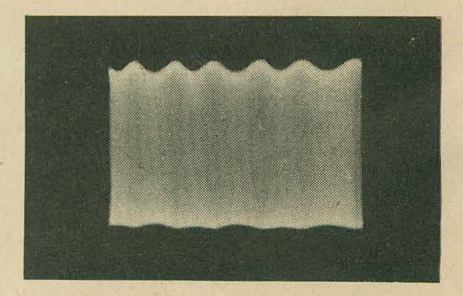


Bild 7: Hüllkurvendarstellung einer frequenzmodulierten Schwingung mit der doppelten Anzahl von Spannungsbäuchen

eigneter Meßdurchführung um ein Vielfaches kleiner.
Allgemein liegt nämlich die Kurzzeitkonstanz von Meßgeneratoren um mindestens zwei Zehnerpotenzen besser. Geht man noch dazu von der Nullstellung der Verstimmungsskala aus, dann ist der absolute Betrag des Meßfehlers kleiner als 0,5 kHz. Bei einer mittleren Differenzfrequenz von 50 kHz ist dann der Meßfehler kleiner als 1 Prozent. Diese Genauigkeit dürfte für die meisten Fälle genügen.

Zusammenfassung

Das beschriebene Verfahren der oszillografischen Frequenzhubmessung ist weniger bekannt, gestattet jedoch die Messung des Frequenzhubes sowohl im Labor, als auch in der Werkstatt. Zur Meßdurchführung wird nur ein Meßgenerator und ein Oszillograf benötigt.

Literatur

[1] E. Woschni: Frequenzmodulation, 2. verbesserte Auflage, VEB Verlag Technik, Berlin 1962

[2] W. Stäblein: Messung der Kenngrößen frequenzmodulierter Schwingungen; ENT April (1943) S. 102

[3] O. Zinke: HF-Meßtechnik; Hirzel-Verlag, Zürich 1946

[4] H. W. Fricke: Der Katodenstrahloszillograf; Fachbuchverlag Leipzig

Sowjetische Kaltkatoden-Relaisröhren

Im folgenden bringen wir eine Übersicht über sowjetische Kaltkatodenrelaisröhren, die wir der sowjetischen Zeitschrift „Radio“ 11 (1962) entnahmen.

Kaltkatoden-Relaisröhre TX 1

Die Röhre TX 1 hat einen Oktalsockel, ist für niederfrequente Relaisschaltungen bestimmt und hat gegenüber den anderen Kaltkatoden-Relaisröhren nicht nur große Abmessungen, sondern auch große Anodenströme. Die Katode und das Gitter haben dieselbe Konstruktion, so daß sie elektrisch verwechselbar sind. Da die Entladungsstrecke lichtempfindlich ist, ist der Glaskolben mit einem schwarzen Lackfilm überzogen.

Kaltkatoden-Relaisröhre TX 2

Die Kaltkatoden-Relaisröhre TX 2 ist eine Miniaturröhre, die für Hochspannungsgleichrichter bestimmt ist. Sie hat bei einer Sperrspannung von max. 2800 V einen Anodenstrom von max. 0,6 mA. Die Kolbentemperatur kann bis + 150 °C betragen.

Kaltkatoden-Relaisröhre TX 3 Б und TX 4 Б

Die Kaltkatoden-Relaisröhren TX 3 Б und TX 4 Б sind Subminiaturröhren für Impulsschaltungen. Die Konstruktion beider Röhren ist ähnlich und durch eine flache parallele Elektrodenanordnung gekennzeichnet. Die Katode hat in ihrem mittleren Teil eine Schleife, die sich bei der Röhre TX 3 Б dem ersten Gitter nähert, bei der Röhre TX 4 Б durch eine Öffnung in diesem hindurchgeht. Die Schleife dient zur Fixierung der Hilfsentladung. Die Entladung ist bei der Röhre TX 4 Б seitlich und stirnseitig, bei der Röhre TX 3 Б nur seitlich (Getter in der Kolbenkuppe) zu sehen. Die Röhren TX 3 Б und TX 4 Б sind gegen Überbelastungen empfindlicher als die anderen Kaltkatoden-Relaisröhren.

Kaltkatoden-Relaisröhre TX 5 Б

Die Röhre TX 5 Б stellt eine Eingittervariante der Kaltkatoden-Relaisröhre TX 4 Б dar. Ihre Katode in Form einer Schleife ist so angeordnet, daß die Spitze der Schleife gegenüber der Gitteröffnung mit einem Durchmesser von 0,4 mm liegt. Die Entladung ist gut sichtbar und für Indikationszwecke geeignet.

Kaltkatoden-Relaisröhre MTX-90

Die Röhre MTX-90 ist die meist verwendete sowjetische Kaltkatoden-Relaisröhre. Sie kann mit einer Anodenspannung von 85 bis 150 V mit einem elektromechanischen Relais (max. 35 mA) in Reihe geschaltet werden. Die Röhre MTX-90 kann andererseits auch bei Strömen von einigen Zehntel Milliampere arbeiten. Die Katode ist ein Zylinder von 8 mm ∅ mit einer Länge von 16 mm. Die während des Betriebes verstreuten Katodenteilchen gelangen auf Grund der großen Katodenfläche wieder zur Katode. Dies gewährleistet eine hohe Lebensdauer bei großen Strömen. Da die Elektroden koaxial angeordnet sind und die Röhrenkuppe durchsichtig ist, kann die Entladung zu Indikationszwecken verwendet werden.
Die Konstruktion und die technischen Daten der Röhre MTX-90 wurden gegenüber der alten Ausführung verbessert.
Wegen des einfachen Aufbaues ist die Kaltkatoden-Relaisröhre MTX-90 billiger als alle anderen Röhren dieser Art.

Matuschek

Technische Daten

	Kaltkatoden-Relaisröhren						
	TX 1	TX 2	TX 3 Б	TX 4 Б	TX 5 Б	MTX-90	
Anzahl der Elektroden	3	3	4	4	4	3	
Katode	BaO	Ba	Mo	Mo	Mo	Cs	
Gasfüllung	Ne + 5‰ Ar	He	Ne + 1% Ar	Ne + 5% Ar	Ne + Ar	Ne	
Gasdruck in mm Hg	40	20	40	40	50	16···20	
Grenzwert des Wirkungsgrades in einer Kippschaltung $(U_a - U_r/U_a) \cdot 100\%$	43···67	54···80	39···58	46···64	41···55	58···85	%
Koeffizient, der den Bereich der erlaubten Anodenspannungsänderung begrenzt	1,76	2,18	1,66	1,87	1,68	2,38	
Zündspannung zwischen Anode und Katode U_a	150···200	350···500	190···230	225···280	270···300	150···320	V
Bogenspannung zwischen Anode und Katode bei verschiedenen Strömen	65···85	80···160	95···115	100···120	125···160	45···63	V
Gitterspannung bei einer Entladung zwischen Anode und Katode	45···55	60···80	70···95	70···95	100···140	20···35	V
Zündspannung zwischen Anode und Gitter	150···200	300···500	130···180	175···200	145···200	150···285	V
Zündspannung zwischen Gitter und Katode	65···95	150···300	90···125	87···150	130···165	65···83	V
Bogenspannung zwischen Gitter und Katode bei verschiedenen Strömen	60···70	80···100	85···95	85···95	110···150	35···50	V
Steuersignal	—	—	40	10	3···6	2···20	V
Ausgangsimpulssteilheit	—	—	1···4	1···4	1···4	0,1···2	μs
Zündstrom	0,2···5	2···100	0,2···5	10···20	12···75	3···60	μA
Kapazität im Stromkreis Gitter-Katode, die Kippschwingungen hervorruft	10···50	20···100	30···200	40···300	40···300	500···3000	pF
max. Anodenstrom (Mittelwert)	30	12	2,5	3,5	0,25	20	mA
max. Anodenstrom (Scheitelwert) für die Integrationszeitdauer von 5···10 s	30···100	100	5	7	0,5	40···100	mA
Gitterisolation	—	—	10	10	10	10	MΩ
statistische Zündverzögerung bei Fehlen einer Ionisation	0,1···60	—	60	10	10	—	s
Entionisierungszeit	10000	—	60···150	20···100	50···100	100···700	μs
Temperaturgrenzen	−40···+60	−60···+90	−40···+60	−70···+90	−60···+100	−60···+100	°C
Kolbendurchmesser	34	19	10,2	10,2	7,2	10···12	mm
Kolbenlänge	85	50	38···42	34···40	25	28···32	mm
Gewicht	40	14	3,5	3,5	1···1,5	2···2,5	p

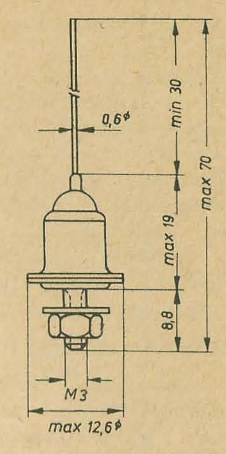
Zenerdioden aus der ČSSR

Kenndaten für alle Typen gemeinsam:

minimale Umgebungstemperatur	— 55 °C
maximale Umgebungstemperatur	+ 155 °C bei trokkener Wärme
Schüttelfestigkeit	10 g bei 50 Hz
Durchlaßstrom bei + 1 V:	150 mA (< 250 mA)
Sperrstrom bei — 1 V:	0,05 μA < 0,1 μA)
Verlustleistung ohne Kühlfläche	1,25 W
Verlustleistung mit Kühlfläche 60 × 60 × 2 mm:	5 W
Wärmeleitzahl	0,01 °C/mW

Temperaturkoeffizient der Zenerspannung

$$k_Z = \frac{U_{Z_2} - U_{Z_1}}{U_{Z_1}(T_2 - T_1)}$$



Abmessungen des Zenerdiodengehäuses

Typ	1 NZ 70	2 NZ 70	3 NZ 70	4 NZ 70	5 NZ 70	6 NZ 70	7 NZ 70	8 NZ 70	
Zenerspannung	5 ··· 6	6 ··· 7	7 ··· 8	8 ··· 9	8,8 ··· 11	11 ··· 13,5	13,5 ··· 16,5	16,2 ··· 20	V
dynamischer Widerstand	1 ··· < 2	1 ··· < 2	1 ··· < 2	1 ··· < 2	2 ··· < 4	4 ··· < 7	6 ··· < 11	10 ··· < 18	Ω
bei einem Zenerstrom von I_Z	100	100	100	100	50	50	50	25	mA
Temperaturkoeffizient bei Nennstrom (10^{-4}/°C)	—3 ··· +5	0 ··· +6	+2 ··· +7	+4 ··· +7	+4 ··· +8	+4 ··· +8	+5 ··· +9	(+5 ··· +9) · 10^{-4}	
maximaler Zenerstrom ohne Kühlfläche $I_{Z\,max}$	230	200	180	170	130	110	90	70	mA
maximaler Zenerstrom mit Kühlfläche 60 × 60 × 2 mm	790	700	640	590	460	340	300	250	mA

Sperrschichtkondensatoren

A. TEWES

Vor einiger Zeit wurden keramische Stoffe bekannt, deren Dielektrizitätskonstanten (DK) in der Größenordnung von 100000 liegen sollen. Es stellte sich allerdings bald heraus, daß diese hohen Werte durch verhältnismäßig große Übergangswiderstände vorgetäuscht wurden. Bei der „Verarbeitung" zu Kondensatoren bildeten sich unter den Metallbelägen an der Keramikoberfläche dünne Zonen, die diese hohen Übergangswiderstände aufwiesen. Aber immerhin, diese Erkenntnis führte zur Geburt der Sperrschichtkondensatoren.

Man verwendet heute als Ausgangsmaterial für keramische Sperrschichtkondensatoren im allgemeinen eine Titanatkeramik, die eine hohe Dielektrizitätskonstante aufweist. Die Auswahl der Keramik wird dadurch bestimmt, daß der isolierende Ausgangsstoff in einen Halbleiter umgewandelt werden kann und daß die Erzeugung als Kondensatoren wirkender Randschichten möglich sein muß.

Es ist bekannt, daß eine Reihe von keramischen Stoffen, die aus Metalloxyden bestehen, dadurch zu Halbleitern werden, daß ihnen in einem Reduktionsprozeß Sauerstoff entzogen wird. Die Fehlstelle wirkt dann als Donator, weil die Elektronen der benachbarten Gitteratome frei werden. Hierbei ist es günstig, daß die erforderlichen Reduktionstemperaturen weit unter den Sintertemperaturen liegen; es findet also nur in geringem Maße ein Umbau des Kristallgitters statt. Zur Beurteilung des Dotierungsgrades ist der spezifische Widerstand des Halbleitermaterials zu betrachten. Dieser ist nur bei reduzierten Stoffen niedrig genug, um brauchbare Sperrschichtkondensatoren herstellen zu können; das sind Kondensatoren, die auch bei hohen Frequenzen geringe Verluste aufweisen. Es liegt auf der Hand, daß hohe spezifische Widerstände hohe Vorwiderstände der Kondensatoren zur Folge haben, die zu einer Einengung des Verwendungsbereiches nach hohen Frequenzen hin führen. Das Ziel ist also, Sperrschichtkondensatoren mit hohen Kapazitäten bei gleichzeitig guter Isolation herzustellen. Dieses Ziel ist zu erreichen, wenn dafür gesorgt wird, daß sich in der Keramikrandschicht eine entsprechende Sperrschicht ausbildet.

Bei einem Überschußhalbleiter sei vorausgesetzt, daß alle Donatoren ihre Elektronen ins Leitfähigkeitsband abgegeben haben. Dann fordert die Neutralitätsbedingung für das Innere des Halbleiters, daß die Elektronenkonzentration gleich der Konzentration der positiv geladenen Donatoren ist. Bringt man den Halbleiter mit einem Metall in Berührung, so wird an der Grenzschicht die Konzentration der beweglichen Ladungsträger (hier Elektronen) durch die Forderung nach thermischem Gleichgewicht mit dem Metall bestimmt. In der Randschicht ist eine positive Raumladungsdichte vorhanden.

Die Sperrschichtdicke ist der Wurzel aus der DK des Halbleiters proportional. Wenn größere Kapazitätswerte bei relativ dicken

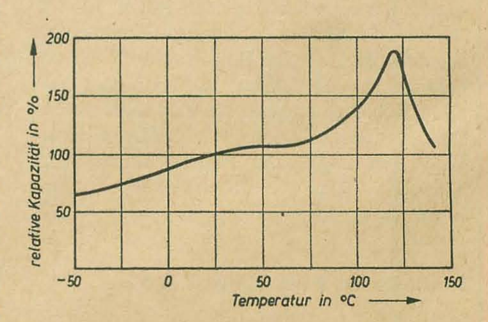


Bild 1: Temperaturgang der Kapazität eines Sibatit-Sperrschichtkondensators

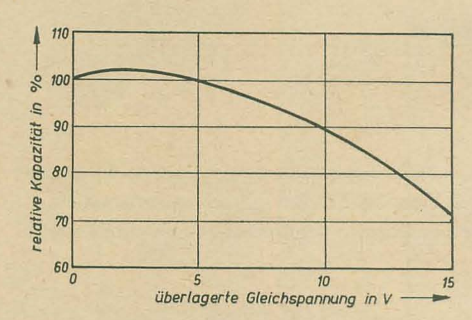


Bild 2: Zusammenhang zwischen Kapazität und Höhe der überlagerten Gleichspannung eines Sibatit-Kondensators

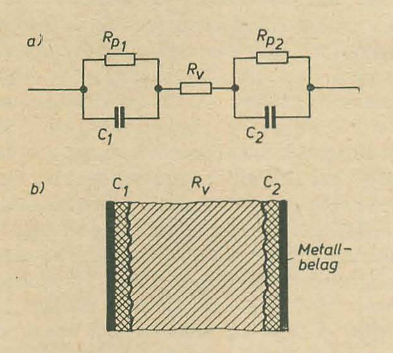


Bild 3: a) Ersatzschaltbild, b) Aufbau eines keramischen Sperrschichtkondensators

Sperrschichten erzielt werden sollen, muß die DK hohe Werte annehmen. Andererseits hängt auch die Spannungsfestigkeit der als Dielektrikum wirkenden Zone von ihrer Dicke ab.

Grundsätzlich ist für das Dielektrikum des Sperrschichtkondensators keine größere Feldstärkebelastbarkeit zu erwarten als für andere Keramiken. Beispielsweise weist ein Keramikkondensator mit einer Scheibendicke von 0,5 mm eine Nennspannung von etwa 500 V auf. Bei einer Scheibenfläche von 1 cm² und einer DK von 4000 ergibt sich eine Kapazität von etwa 3,5 nF. Ein Sperrschichtkondensator derselben Fläche und aus dem gleichen Ausgangsmaterial mit einer Kapazität von 150 nF wird dann eine Nennspannung von etwa 12 V haben. Für eine Nennspannung von 12 V sind je nach der DK des Ausgangsmaterials Flächenkapazitäten zwischen 100 und 200 nF/cm² erreichbar. Somit ergeben sich für 24 V Nennspannung etwa die halben, für 3 V die drei- bis vierfachen Flächenkapazitätswerte.

Der Temperaturgang eines Sperrschichtkondensators wird wesentlich durch den Temperaturgang der DK der Ausgangskeramik bestimmt.

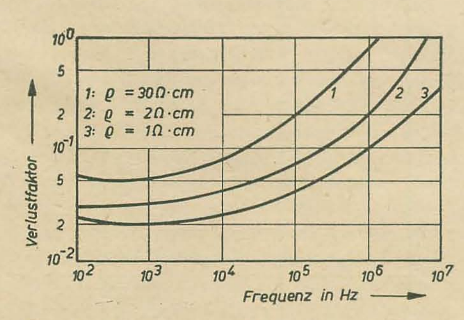


Bild 4: Ansteigen des Verlustfaktors mit der Frequenz

Bild 1 zeigt den Temperaturgang der Kapazität eines Siemens-Kondensators (Typ „Sibatit"). Bei etwa 120 °C liegt das Curiemaximum des Ausgangsmaterials. Wichtig ist ferner die Kapazitätsabhängigkeit von überlagerter Gleichspannung, wie es Bild 2 zeigt. Man erkennt deutlich das „Kleinerwerden" der Kapazität mit der Gleichspannung, das auf die starke Feldstärkeabhängigkeit der DK des Ausgangsmaterials zurückzuführen ist.

Man kann die Eigenschaften eines Sperrschichtkondensators am besten anhand eines Ersatzschaltbildes (Bild 3a) beurteilen. R_v ist der Vorwiderstand der Keramikscheibe; sein Wert hängt von der Geometrie der Scheibe und vom spezifischen Widerstand der Keramik ab. Die Widerstände R_{p1} und R_{p2} sind die polungsabhängigen Isolationswiderstände. Bild 3b zeigt den schematischen Aufbau eines Sperrschichtkondensators. Im Bild 4 ist die Frequenzabhängigkeit des Verlustfaktors eines 10-V-Sperrschichtkondensators dargestellt. Dieser wurde aus einem dotierten Material mit einem spezifischen elektrischen Widerstand von $\varrho = 30\,\Omega \cdot \text{cm}$ hergestellt (Kurve 1). Der Anstieg des Verlustfaktors mit zunehmender Frequenz ist in der Hauptsache auf den Vorwiderstand R_v des Keramikkörpers zurückzuführen. Mit dem Anwachsen des Verlustfaktors ist eine Abnahme der Kapazität verbunden; bei 500 kHz beträgt die Kapazität etwa nur noch 70% des 1-kHz-Wertes. In den Kurven 2 und 3 ist die Frequenzabhängigkeit des Verlustfaktors für die spezifischen Widerstände $\varrho = 2\,\Omega \cdot \text{cm}$ und $\varrho = 1\,\Omega \cdot \text{cm}$ des Halbleitermaterials angegeben. Hierbei ist der Kapazitätsabfall bei höheren Frequenzen wesentlich geringer als bei $30\,\Omega \cdot \text{cm}$ (Kurve 1).

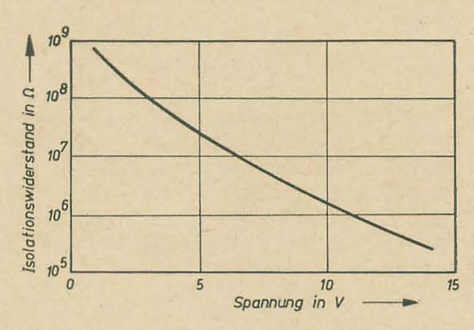


Bild 5: Abnahme des Isolationswiderstandes mit der Spannung

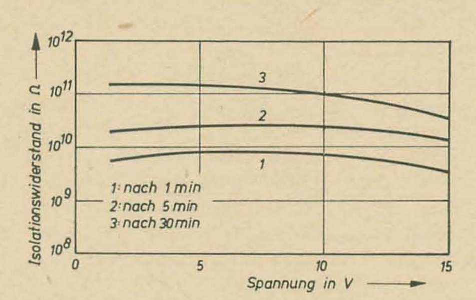


Bild 6: Spannungsabhängigkeit des Isolationswiderstandes eines Sibatit-Sperrschichtkondensators

Unter dem Isolationswiderstand des Sperrschichtkondensators versteht man dessen Sperrwiderstand. Bei dotiertem Ausgangsmaterial werden Werte von einigen Kiloohm bis etwa ein Megaohm erreicht. Im allgemeinen stören solche relativ niedrigen Widerstände nicht, da in den praktischen Schaltungen der Kondensator verhältnismäßig niedrigen ohmschen Widerständen parallel liegt. Selbstverständlich sind Anwendungsfälle denkbar, bei denen ein im 100-kΩ-Bereich liegender Isolationswiderstand zu Arbeitspunktverschiebungen führt. Um die generelle Anwendbarkeit dieser Kondensatoren zu gewährleisten, besitzen die Sibati-Kondensatoren durchschnittliche Isolationswiderstände von über 100 MΩ.

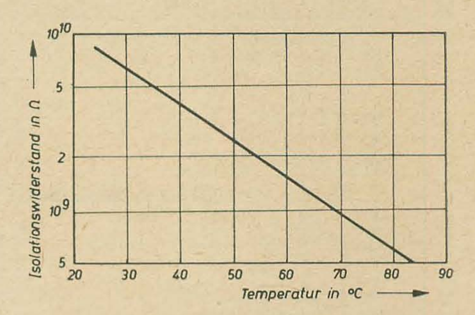


Bild 7: Temperaturabhängigkeit des Isolationswiderstandes eines Sibatit-Sperrschichtkondensators

Im Bild 5 ist die Abhängigkeit des Isolationswiderstandes von der angelegten Spannung bei einem Sperrschichtkondensator aus dotierter Masse wiedergegeben. Wie man dem Bild entnimmt, fällt der Isolationswiderstand von etwa 1000 MΩ bei 0 V auf fast 100 kΩ bei 15 V angelegter Spannung. Zum Vergleich hierzu zeigt Bild 6 die Spannungsabhängigkeit des Isolationswiderstandes bei einem Sibatit-Sperrschichtkondensator. Kurve 1 gibt die Meßwerte nach 1 min, Kurve 2 nach 5 min und Kurve 3 nach 30 min Spannungsbelastung wieder. Die Änderung des Isolationswiderstandes ist beim Sibatit-Kondensator wesentlich geringer als bei einem Kondensator mit dotierter Masse (Bild 5). Der Isolationswiderstand wird auch in keinem Fall kleiner als $2 \cdot 10^9\,\Omega$. Da in manchen Fällen die Temperaturabhängigkeit des Isolationswiderstandes interessiert, ist im Diagramm Bild 7 diese Abhängigkeit angegeben. Erst bei Temperaturen über etwa 70 °C fällt der Isolationswiderstand unter 1000 MΩ.

Die bisher betrachteten Kondensatoren bestanden aus zwei gegeneinandergeschalteten Sperrschichten. Um die Eigenschaften einer einzelnen Schicht untersuchen zu können, wurde ein spezielles Verfahren angewandt, bei dem die Ausbildung der niedrigdotierten Randschicht in einem Oberflächenbereich des Keramikkörpers verhindert wird, ohne daß dabei die Ausbildung der Sperrschicht an anderen Stellen sich ändert. Zur sperrschichtfreien Kontaktierung wurde ein Metall verwendet, dessen Austrittsarbeit für Elektronen in der Richtung Metall-Halbleiter kleiner als in der Gegenrichtung ist. Die sich dabei ausbildende Anreicherungsrandschicht hat bei Sibatit-Sperrschichtkondensatoren einen Übergangswiderstand in der Größenordnung von 0,1 Ω.

Nach Siemens-Unterlagen

Ein Kapazitätsmeßverfahren mit direkter Anzeige

JOACHIM HERRFURTH

Kapazitätsmessungen erfolgen meist mit speziellen Meßbrücken, welche von Hand abgeglichen werden müssen. Oft genügt es jedoch, die Kapazität eines Kondensators mit geringerer Genauigkeit, als diese bei Brücken möglich ist, zu ermitteln. Im folgenden wird ein Verfahren beschrieben, mit welchem sofort nach dem Anklemmen des Prüflings an das Gerät dessen Kapazität an einem geeichten Instrument abgelesen werden kann.

Nach Bild 1 wird an die Reihenschaltung des Prüflings C_x mit einem Widerstand R eine rechteckförmige Spannung mit der Amplitude E gelegt. Eine rechteckförmige Spannung kann man sich in zwei Einschaltimpulse zerlegt vorstellen. Gelangt ein Sprung auf ein

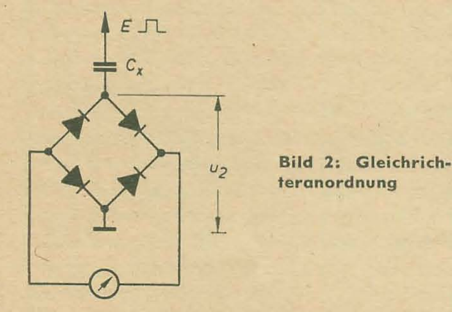


Bild 1: Differenzierglied

derartiges Differenzierglied, so verläuft die Spannung u_2 am Widerstand R nach der bekannten Form

$$u_2 = E \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C_x}}$$

Der Strom durch den Widerstand R beträgt dann

$$i = \frac{u_2}{R} = \frac{E \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C_x}}}{R} \qquad (1)$$

Anstelle von R wird in diese Schaltung eine Gleichrichteranordnung in Brückenschaltung (Bild 2) gelegt. Durch das Instrument fließt jetzt der gleichgerichtete Strom I. Ist der Durchlaßwiderstand der Gleichrichter gegenüber dem Innenwiderstand des Instrumentes genügend klein, so kann für R in Gleichung (1) dieser Innenwiderstand gesetzt werden. Bedingt durch die Trägheit des Instrumentes

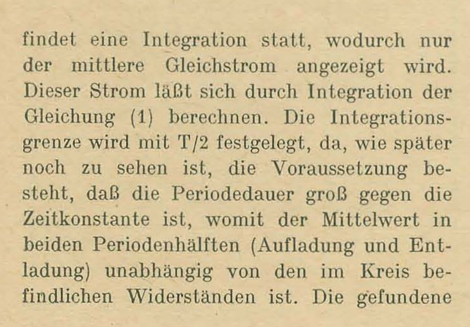


Bild 2: Gleichrichteranordnung

findet eine Integration statt, wodurch nur der mittlere Gleichstrom angezeigt wird. Dieser Strom läßt sich durch Integration der Gleichung (1) berechnen. Die Integrationsgrenze wird mit T/2 festgelegt, da, wie später noch zu sehen ist, die Voraussetzung besteht, daß die Periodedauer groß gegen die Zeitkonstante ist, womit der Mittelwert in beiden Periodenhälften (Aufladung und Entladung) unabhängig von den im Kreis befindlichen Widerständen ist. Die gefundene Gleichung gilt dann auch, wenn als Rechteckgenerator eine Schaltung nach Bild 3 benutzt wird. Allerdings ist hierbei der Einfluß des Triggerwiderstandes R_v bei der Festlegung der Bedingung $T \gg 2 \cdot R \cdot C_x$ zu berücksichtigen

$$T \gg 2 \cdot C_x (R + R_v)$$

$$I = \int_0^{\pi} \frac{E \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C_x}}}{\pi \cdot R} \, dt$$

Setzt man für $\pi = T/2$ ein, wobei T die Dauer des Rechteckimpulses ist, so erhält man

$$I = \frac{2E}{T \cdot R} \left| -R \cdot C_x \cdot e^{-\frac{t}{R \cdot C_x}} \right|_0^{\frac{T}{2}}$$

und schließlich

$$I = \frac{2\,E \cdot C_x}{T} \cdot \left(1 - e^{-\frac{T}{2 \cdot R \cdot C_x}}\right)$$

Unter der Voraussetzung, daß $T/(2 \cdot R \cdot C_x) \gg 1$, oder anders ausgedrückt, die halbe Periodendauer T/2 bedeutend größer ist als die Zeitkonstante $R \cdot C_x$, wird exp. $-T/(2R \cdot C_x) \approx 0$ und kann gegenüber der 1 im Klammerausdruck vernachlässigt werden, so daß

$$I = \frac{2 \cdot E \cdot C_x}{T}$$

stehenbleibt.

Wird hierin $T = 1/f$ gesetzt (f = Frequenz der Rechteckspannung), so ergibt sich

$$I = E \cdot 2f \cdot C_x \qquad (2)$$

Bei konstanter Höhe und Frequenz der Rechteckimpulse ist der fließende Strom, welchen das Instrument anzeigt, also nur noch von der Größe C_x abhängig. Das Instrument kann unmittelbar in C_x-Werten geeicht werden. Aus der Entwicklung der Gleichungen erkennt man, daß der Widerstand des Instrumentes R für den fließenden Strom nicht maßgebend ist.

Als Rechteckgenerator kann der vom Verfasser [3] beschriebene Generator benutzt werden. Dieser gibt eine Spannung von 4 V_{ss} bei einer wählbaren Frequenz zwischen 50 Hz und 100 kHz ab. Benutzt man zur Anzeige ein Instrument von 0 ··· 100 μA, so ergibt sich bei folgenden Kapazitäten Vollausschlag:

$$\text{bei 50 Hz} \quad C_x = \frac{I}{E \cdot 2f} = \frac{100 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 100} = 0{,}25\,\mu F$$

$$\text{bei 100 kHz} \; C_x = \frac{100 \cdot 10^{-6}}{4 \cdot 200 \cdot 10^3} = 125\text{ pF}.$$

Zweckmäßigerweise wird man bei Verwendung eines Instrumentes von 0 ··· 100 μA als Vollausschlag 0,1 μF und eventuell 200 pF wählen, was die Ablesung der Kapazitätswerte erleichtert, Steht ein derartiger Rechteckwellengenerator nicht zur Verfügung, so kann nach Bild 3 ein Trigger mit der Röhre ECC 85 aufgebaut werden. Die Wirkungsweise einer derartigen Schaltung soll hier nicht näher beschrieben werden, da hierüber ausreichend Literatur vorhanden ist. Auf den Eingang der Schaltung kann eine sinusförmige Spannung von einigen Hz bis maximal 1 MHz gegeben werden und man erhält bei der gewählten Dimensionierung am Ausgang eine Rechteckspannung gleicher Frequenz von etwa 10 V_{ss} mit sehr guter Flankensteilheit. Die sinusförmige Spannung zur Steuerung des Triggers kann hierbei einem Tongenerator oder bei hohen Frequenzen einem Prüfsender entnommen werden. Bei 1 MHz und 10 V_{ss} erreicht man schon mit $C_x = 5$ pF Vollausschlag des Instrumentes. Hieraus erkennt man, daß das Verfahren auch für die Messung sehr kleiner Kapazitäten geeignet ist. Als Vorteil des Meßverfahrens ist weiter zu nennen, daß die Anzeige praktisch völlig linear verläuft. Die Eichung des Instrumentes kann also derart erfolgen, daß man eine bekannte Kapazität,

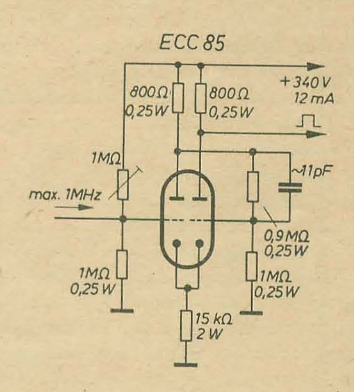


Bild 3: Trigger

z. B. 1000 pF anklemmt und die Rechteckfrequenz so weit erhöht, bis das Instrument Vollausschlag zeigt. Hierbei soll die Rechteckspannung möglichst hoch gewählt werden. Die vorhandene Eichung des Instrumentes stimmt jetzt für einen Meßbereich von 0 bis 1000 pF. Durch Veränderung der Frequenz können andere Bereiche eingestellt werden. Bei allen Bereichen muß untersucht werden, ob die Bedingung exp. $-T/(2 \cdot R \cdot C_x) \approx 0$ auch erfüllt ist, da sonst zwischen der Kapazität C_x und dem angezeigten Strom kein linearer Zusammenhang mehr besteht. Bei einem 100-μA-Instrument liegt R etwa zwischen 2,5 kΩ und 5 kΩ. Der Gleichrichterwiderstand kann hierbei vernachlässigt werden, so daß R in dieser Gleichung gleich dem Instrumentenwiderstand gesetzt werden

kann. Wählt man die Höhe der Rechteckamplitude 4 V oder größer, so ist die obige Bedingung praktisch immer hinreichend erfüllt.
Wird das Gerät mit verlustarmen Kondensatoren geeicht und werden später verlustbehaftete Kondensatoren gemessen, so treten Meßfehler auf. Nimmt man an, daß diese Verluste als Parallelverluste auftreten, also durch einen parallel zu C_x liegenden Verlustwiderstand darstellbar sind, so ergibt sich der auftretende Fehler zu $p \approx \pi \cdot \tan\delta_0$. Auf die mathematische umfangreiche Ableitung dieser Gleichung soll in diesem Zusammenhang verzichtet werden. Man erkennt, daß das Verfahren sehr gut für keramische Kondensatoren geeignet ist. Der Verlustfaktor liegt hierbei maximal bei $15 \cdot 10^{-4}$, so daß der dadurch auftretende maximale Fehler rund 0,5% beträgt. Für stark verlustbehaftete Kondensatoren ist das Verfahren weniger geeignet, da dann größere Meßfehler auftreten.
Es läßt sich mathematisch und auch experimentell beweisen, daß kleine Kapazitäten parallel zu dem Innenwiderstand des Rechteckgenerators bzw. zum Anzeigekreis fast ohne Einfluß auf die Anzeige sind. Dies bedeutet, daß bei der praktischen Messung nur die Kapazität C_{12} (beide Belege des Prüflings) gegeneinander gemessen wird. Massekapazitäten $C_{10} + C_{20}$, die sich bei anderen Verfahren teilweise zu der Kapazität C_{12} addieren und so die Messung verfälschen, da sie je nach Lage des Prüflings verschieden sind, gehen bei diesem Verfahren nicht mit ein. Dies macht das Verfahren besonders zur Messung kleiner Kapazitäten geeignet.

Literatur

[1] Ing. Gerhard Glück: Wirkungsweise und Dimensionierung der Schmitt-Trigger-Schaltung; radio und fernsehen 13 (1961) S. 402 bis 404

[2] K. Grabe: Wirkungsweise und Dimensionierung des Schmitt-Diskriminators; radio mentor 6 (1958) S. 382

[3] Joachim Herrfurth: Bauanleitung für einen Rechteckwellengenerator; radio und fernsehen 5 (1961) S. 146 und 147

Probleme der Nachrichtenübermittlung mit Hilfe von Erdsatelliten

Den für die Übertragung von Signalen zwischen Kontinenten in eine Bahn um die Erde geschossenen Satelliten „Telstar“ und „Relay“ werden weitere folgen. Da ein solcher Satellit ein aktiver Signalumsetzer mit sehr geringer Sendeleistung (einige Watt) ist, ergeben sich einige Probleme, die nachfolgend diskutiert werden.

Mit einer Bandbreite von B = 5 MHz kann man entweder ein Fernsehprogramm oder etwa 1200 Ferngespräche nach dem Frequenzmultiplexverfahren übertragen. Zweckmäßigerweise werden alle Informationen — auch das Fernsehbild — nach der den Fachleuten heute am geläufigsten Technik der Frequenzmodulation des HF-Trägers im Bereich von etwa 4 GHz übermittelt. Die notwendige äquivalente Rauschbandbreite kann man nach einer Näherungsformel mit

$$\Delta F = B\,(1 + 1{,}7\,h) \qquad (1)$$

angeben, wobei h das maximale Hubverhältnis bezogen auf die höchste vorkommende Modulationsfrequenz bedeutet.
Ernste Schwierigkeiten treten auf der Empfangsseite auf. Ein frequenzmodulierter Empfänger besitzt eine genau definierte Empfangsschwelle, die sich nicht unterschreiten läßt. Bezeichnet man mit N_R die Eigenrauschleistung des Empfängers, so liegt die Empfangsschwelle N_E etwa 14 dB über N_R, also

$$N_E = N_R + 14 \quad \text{in dB} \qquad (2)$$

Für Gerätealterung und sonstige Faktoren muß noch ein Sicherheitsabstand von 8 dB dazugerechnet werden. Selbst mit einer Parabolantenne von 30 m Durchmesser ist als minimale Sendeleistung zu fordern

$$N_S = 2 \cdot 10^{14} \cdot N_R = 2{,}72 \cdot 10^{-9} \cdot T_{äq}\,\frac{\Delta F}{r} \text{ in W} \qquad (3)$$

Hierin sind r der Frequenzhub-Gegenkopplungsfaktor des Empfängers (ohne Gegenkopplung ist r = 1) und $T_{äq}$ die äquivalente Rauschtemperatur.
Betrachtet man zunächst einmal die Übertragungsrichtung vom Satelliten zur Bodenstation und setzt $T_{äq} = 50\,°K$, so findet man mit r = 1 und $\Delta F = 13{,}5$ MHz (mit $h \approx 1$) aus Gleichung (3)

$$N_S = 2{,}72 \cdot 50 \cdot 13{,}5 \cdot 10^{-3} = 1{,}82 \text{ W}$$

als Mindestleistung des Satellitensenders. Der Signal/Rauschabstand ergibt sich mit B = 5 MHz und $\Delta F/\Delta F_{min} = 7{,}5 \cdot 10^{-8}$ $\Delta F \approx 1$ aus der Beziehung

$$n = 670\,m \cdot N_S \left(\frac{\Delta F}{B} - 1\right)^2 \qquad (4)$$

(m ist hierbei das Verhältnis zwischen tatsächlicher Sendeleistung und Mindestleistung). Nach Einsetzen der bekannten Werte erhält man

$$n = 670 \cdot 1{,}82 \cdot m \left(\frac{13{,}5}{5} - 1\right)^2 = 3525\,m$$

oder im logarithmischen Maßstab

$$n = 35{,}25 \cdot m \quad \text{in dB}$$

Für m = 1 würde n = 35,25 dB. Das gilt über nur für $\Delta F/\Delta F_{min} = 1$. Ist dieser Wert aber viermal so groß, so würde

$$n_{min} = \frac{n}{m} = 57 \text{ dB}$$

Diese Werte gelten bezogen auf eine Satellitensendeleistung von 1,82 W.
Verlangt man somit im ungünstigsten Kanal für die Richtung Satellit-Bodenstation einen Geräuschabstand von 57 dB, so kann man dies bei der kleinen Sendeleistung von 1,82 W nur mit der großen Bandbreite von etwa 50 MHz erreichen. Für eine etwa halb so große Bandbreite — 27 MHz — müßte der Sender im Satelliten bereits 75 W leisten, was aber gegenwärtig noch mit großen Schwierigkeiten verbunden ist.
Für die umgekehrte Übertragungsrichtung — also von der Bodenstation zum Satelliten — muß man aus praktischen Gründen mit $T_{äq} \approx 5000\,°K$ und r = 1 rechnen. Rechnet man diesen „Fall“ durch, so gelangt man unter sonst gleichen Verhältnissen mit rund 1500 W Sendeleistung auf einen Wert

$$n_{min} = \frac{n}{m} = 63 \text{ dB},$$

wobei $\Delta F/\Delta F_{min} = 8$ angenommen wurde.
Das angestrebte Ziel läßt sich mit den heutigen Mitteln — allerdings unter Ausschöpfung bis zur äußersten Grenze — erreichen.
Ein schwerwiegender Nachteil solcher Satellitensysteme ist aber folgender: Wie aus den oben angestellten Überlegungen hervorgeht, benötigt ein Nachrichtensatellit sehr breite Frequenzbänder. Besonders einschneidend ist, daß diese Bänder über die ganze Erde belegt werden, so daß unter Umständen alle übrigen Dienste, die in der Nähe dieser Bänder arbeiten, dauernd gestört würden. Es ist außerordentlich schwierig, den Mindestbedarf an Bandbreite für Nachrichtensatelliten heute schon festzulegen. Er wird aber sicher in der Größenordnung von 1 GHz liegen. Damit wird bereits klar, daß unter diesen Verhältnissen eine Zuteilung von Exklusivfrequenzen im Bereich von 1 bis 10 GHz an Nachrichtensatelliten ausgeschlossen ist. Es bleibt nur die Mitbenutzung schon belegter Bänder übrig, wobei natürlich ein ungestörter Parallelbetrieb beider Partner gesichert sein muß. Durch die zwangsläufige Aufteilung in minimalen Empfängeraufwand und Sendeleistung im Satelliten und maximalen Aufwand in der Bodenstelle, ergibt sich aber von selbst die bestmögliche Situation hinsichtlich einer Interferenzwahrscheinlichkeit mit dem Bodendienstpartner.
Jeder Nachrichtensatellit ist im Prinzip ein Rundstrahler, das heißt, er kann im ganzen jeweiligen Sichtbereich empfangen, oder es kann zu ihm gesendet werden. Für die Übertragung von Fernsehprogrammen ergeben sich aber noch einige Schwierigkeiten. Unter der Voraussetzung, daß es sich um einen

lagestabilisierten aktiven Satelliten mit einer Richtantenne mit dem Öffnungswinkel ε handelt, ergibt sich — unabhängig von der Höhe des Satelliten und der Sendefrequenz — für die Übertragungsdämpfung

$$b = \frac{5,1}{F} \cdot 10^{14} \quad (5)$$

Für eine bestimmte Feldstärke E am Boden in mittlerer Entfernung vom Satelliten ist die Sendeleistung

$$N_S = \frac{b \cdot E^2 \cdot F}{120 \cdot \pi} = 1,35 \cdot 10^{12} \cdot E^2 \quad \text{in W} \quad (6)$$

Man kann sich ausrechnen, was für Leistungen erforderlich sind, wenn normale Fernsehempfänger — ohne Zwischenschaltung von Relaisstationen mit Spezialempfängern — eine von einem Satelliten abgestrahlte Sendung empfangen wollen. Bei einer Bodenfeldstärke von nur 50 μV/m, die kaum zu einem guten Bild ausreichend sein dürfte, benötigt man im Satelliten bereits eine Sendeleistung von 3,4 kW, was sich kaum realisieren lassen dürfte. Für eine Bodenfeldstärke von 5 mV/m wären sogar 34000 kW erforderlich! Hierbei ist vorausgesetzt, daß der Öffnungswinkel ε der Satelliten-Sendeantenne so bestimmt wurde, daß der ganze vom Satelliten aus sichtbare Teil der Erdoberfläche sicher bedient wird. Schränkt man den Bedienungsbereich ein, verwendet also eine stärker bündelnde Antenne, so ließe sich der Leistungsaufwand zwar verringern; er bleibt aber immer noch undiskutabel hoch. Es bleibt daher wenigstens zunächst nichts weiter übrig, als Relaisstationen zwischen Satelliten und „Endverbraucher" zu schalten. Diese Maßnahme bringt auch den Vorteil, daß dank der hochwertigen Empfangseinrichtungen in der Relaisstation — parametrische Verstärker, Maser usw. — der Aufwand im Satellitensender verhältnismäßig niedrig sein kann. Es ist ja bekannt, daß ein einfacher Transistoroszillator von wenigen Milliwatt Leistung, der aus einer reichlich dimensionierten Sonnenbatterie gespeist wird, jahrelang funktioniert. Je komplizierter und umfangreicher die Geräte und Versorgungsteile im Satelliten sein müssen, um so größer wird die Gefahr eines vorzeitigen Ausfalls der ganzen Sendeanlage. Es soll aber davor gewarnt werden, anzunehmen, daß eine Sonnenbatterie „ewig" lebt. Ihr Anfangswirkungsgrad ist nur 20%; durch Protonenbeschuß aus dem Weltall, gegen den die Sonnenbatterien nicht geschützt werden können, werden sie aber mit der Zeit noch schlechter in ihrer Ausnützung der Sonnenenergie und schließlich ganz zerstört. Da nicht zu jeder Zeit genügend Sonnenenergie auf die Batterien fällt, benötigen sie außerdem einen verhältnismäßig schweren Speicher, der zu Zeiten reichlicher Sonneneinstrahlung aufgeladen wird und später zum Betrieb des Satellitensenders dient. Aussichtsreicher erscheint daher das Verfahren, geeignete kleine und leichte Kernreaktoren zu entwickeln, die in Verbindung mit Thermoumformern oder Turbogeneratoren grundsätzlich über Jahre hinaus verhältnismäßig hohe Energiemengen liefern können. Vorteilhaft wäre hierbei auch die Einsparung einer Speichereinrichtung.

Nach CCIR-Studienkommission IV, Washington 1962

Zum Selbstbau von Nachhallgeräten mit Wendelfedern

Auf Grund unserer kurzen Erwähnung des Grundig-Nachhallgerätes im Heft 14 (1961) [1] erhielten wir viele Leseranfragen. Meist stammten die Anfragen von Tonbandamateuren, die sich ein derartiges Gerät selbst anfertigen wollten. Aus naheliegenden Gründen waren wir nicht in der Lage, die hierfür notwendigen Details mitzuteilen.
Beim Literaturstudium stießen wir vor kurzem auf eine Bauanleitung für ein derartiges Gerät [2], die bereits vor sieben Jahren veröffentlicht wurde (!). Im folgenden sind die wichtigsten Hinweise für den Selbstbau aus diesen und anderen Quellen wiedergegeben. Wir möchten jedoch ausdrücklich darauf hinweisen, daß dieser Beitrag keine Bauanleitung im üblichen Sinne darstellt. Wer jedoch Lust am Experimentieren hat — und unsere Zeitschrift hat ja viele solche Leser — wird manchen Hinweis finden. Wir würden uns freuen, von den Ergebnissen des Nachbaus zu hören; besonders, wenn diese Ergebnisse meßtechnisch belegt werden können.

Das Grundprinzip

Bild 1 zeigt nochmals das Grundprinzip des Nachhallgerätes (gestrichelt umrahmtes Feld) und der Gesamtanlage. Parallel zum Lautsprecher ist der erste Wandler der Nachhalleinrichtung W_1 angeschlossen. Er wandelt die ihm zugeführte Tonfrequenzenergie in mechanische Schwingungen um, die er der Wendelfeder mitteilt. Nach Passieren der Feder erzeugen die mechanischen Schwingungen im Wandler W_2 wieder elektrische Schwingungen in Form einer Tonfrequenzspannung. Diese wird in einem kleinen Zusatzverstärker verstärkt und einem getrennten Lautsprecher zugeführt.
Während die Laufzeit innerhalb der Spirale zwischen den beiden Wandlern sehr kurz ist (sie liegt innerhalb der für den Haas-Effekt erforderlichen Zeit von max. 50 ms), tritt ein „Nachschwingen" der Spirale auf. Dieses Nachschwingen führt dazu, daß das über die Spirale geleitete Signal „nachhallt". Es ist also nicht die Laufzeit des Schalls innerhalb der Feder, sondern deren Nachschwingen, das den Nachhall verursacht. Diese Erklärung ist notwendig, weil frühere Darlegungen fälschlich das Gegenteil behaupteten.
Es ist naheliegend, daß sowohl die Spirale selbst als auch die Wandler und deren Ankopplung an die Spirale große Frequenzabhängigkeiten bei der Wiedergabe aufweisen (Eigenresonanzen). Ein Urteil, inwieweit eine derartige Nachhalleinrichtung für die Musikwiedergabe brauchbar ist, kann nur in Zusammenhang mit der praktischen Erprobung bzw. der meßtechnischen Überprüfung erfolgen.

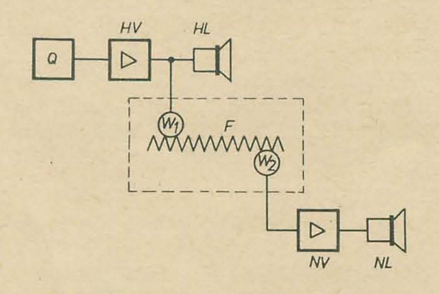


Bild 1: Blockschaltbild der Nachhalleinrichtung. Q = Tonfrequenzquelle (Rundfunkgerät, Plattenspieler oder Tonbandgerät), HV = Hauptkanalverstärker, HL = Hauptkanallautsprecher, W_1 und W_2 = elektroakustische Wandler, F = Wendelfeder, NV = Nachhallverstärker, NL = Nachhallautsprecher

Die Nachhalleinrichtung

Bild 2 zeigt die Masse der von Costigan [2] verwendeten Einrichtung. Eine Wendelfeder aus Stahldraht von etwa 340 mm Länge und 15 mm Durchmesser ist auf einem Holzbrettchen mit leichter Spannung (Dehnung etwa 1/3) aufgehängt (je mehr sich die senkrecht hängende Feder unter ihrem Eigengewicht dehnt, um so stärker ist die Hallwirkung). Bild 3 gibt die gefederte Aufhängung der Feder wieder. Die Feder selbst ist geerdet, um Brummeinstreuungen zu verringern.
Etwa in der Mitte der Feder ist W_1 angekoppelt. Der Wandler ist eine niederohmige Schneiddose, wie sie für alte Schallplattenaufnahmegeräte Verwendung fand — ihre Beschaffung dürfte beim Nachbau der Ein-

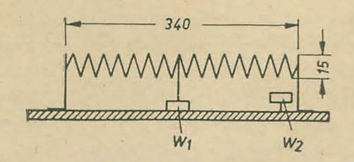


Bild 2: Abmessungen der Nachhalleinrichtung von Costigan [2]

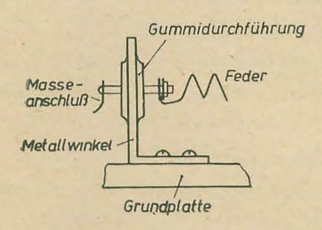


Bild 3: Aufhängung der Wendelfeder

richtung das schwierigste Problem darstellen[1]).

Die Ankopplung an die Feder geschieht durch ein angelötetes Stück starken Draht, der statt des Schneidstichels in den Schneidkopf eingesetzt wird.

An einem Ende der Spirale sitzt der Wandler W_2, der sehr einfach selbst angefertigt werden kann. Es ist ein hochohmiger Kopfhörer, von dem Muschel und Membrane abgeschraubt wurden. Er wird so auf der Grundplatte befestigt, daß die Feder möglichst nahe an den Magnetpolen vorbeiführt, jedoch ohne diese — auch bei Schwingen der Spirale — zu berühren. Der Autor der amerikanischen Bauanleitung schreibt, für das Justieren des

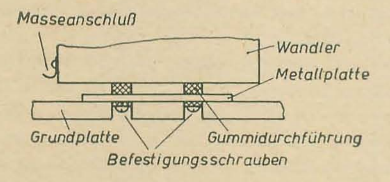


Bild 4: Befestigung der Wandler auf der Grundplatte

optimalen Abstandes Hörersystem — Wendelfeder sei „einiges Experimentieren" erforderlich.

Beide Wandler werden elastisch (Bild 4) auf der Grundplatte befestigt, um deren Resonanz möglichst gering zu halten.

[1]) Die Redaktion ist nicht in der Lage, Bezugsquellen nachzuweisen.

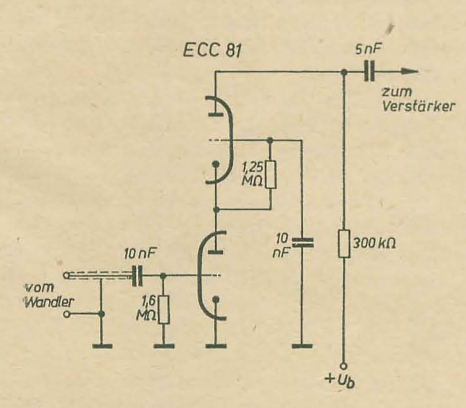


Bild 5: Kaskodevorstufe für den Nachhallverstärker, $v_u = 300$

Der Zusatzverstärker

Wie bereits eingangs erwähnt, führt der Ausgang von W_2 zu einem Verstärker, der den Nachhall einem getrennten Lautsprecher zuführt. Hierfür kann jeder kleine Schallplattenwiedergabeverstärker, wie etwa in [3], verwendet werden, jedoch muß hinter dem Wandler eine zusätzliche Verstärkerstufe die äußerst kleine Wandlerspannung vorverstärken. Bild 5 zeigt die Schaltung einer solchen Stufe. Es mag eine nützliche Erweiterung der Anlage darstellen, wenn der Frequenzgang der Nachhalleinrichtung in dieser Stufe entzerrt wird (Netzwerk zwischen Anode 2 und Steuergitter 1), jedoch können definitive Angaben hierüber nicht gemacht werden, da die erforderliche Entzerrung von den Wandlertypen abhängt. Selbstverständlich muß die Vorstufe sorgfältig abgeschirmt und federnd montiert werden.

Die Anordnung des Nachhallautsprechers soll so erfolgen, daß sein Schallfeld möglichst diffus im Wiedergaberaum verteilt wird [4].

Es ist nicht zu empfehlen, den Nachhallautsprecher oder den Hauptlautsprecher unmittelbar vor dem Zuhörer anzuordnen.

Nach den notwendigen Vorversuchen kann der Nachhallverstärker fest eingestellt werden. Die Regelung der Gesamtlautstärke erfolgt im Hauptkanalverstärker. Dies gilt natürlich nur für gleichbleibende Lautsprecheranordnung.

Streng

Literatur

[1] Einige Neuheiten der westdeutschen Industrie; radio und fernsehen 14 (1961) S. 445 bis 448

[2] Costigan: Build this simple Echo Unit; Radio-Electronics 2 (1956) S. 52 und 53

[3] Jakubaschk: Fonoverstärker mit geringem Aufwand; radio und fernsehen 12 (1959) S. 377 und 378

[4] Buttenberg: Wege zum echten Klangerlebnis; radio und fernsehen 9 (1958) S. 289 und 292

Referate

R. Marzoner

Der Betriebsstundenzähler SZ 201 und seine Verwendung

Siemenszeitschrift 9 (1962) S. 677—680

Nach dem 1. Faradayschen Gesetz ist die bei Stromdurchgang durch einen Elektrolyten an einer der Elektroden abgeschiedene Stoffmenge dem Produkt Stromstärke mal Betriebszeit proportional. Bei konstanter Stromstärke ist demnach die Stoffabscheidung ein Maß der Stromflußdauer. Diese Tatsache wird bei dem von Siemens entwickelten Betriebsstundenzähler SZ 201 ausgenutzt, der sich durch einfachen Aufbau und vielseitige Anwendungsmöglichkeiten zur Bestimmung der tatsächlichen Betriebszeit elektronischer Geräte oder Bauteile sowie zur Auslösung von Warn- oder Steuersignalen auszeichnet.

Die Abscheidung des Anodenkupfers erfolgt bei dem SZ 201 in einem die Katode umgebenden Meßzylinder, der zur einfacheren Ablesung der Länge der abgeschiedenen Kupfersäule mit Maßringen versehen ist. Die Ablesegenauigkeit beträgt etwa 20%. Eine genauere Bestimmung der Betriebszeit mit einem Fehler kleiner als 5% ist durch Auswiegen der abgeschiedenen Stoffmenge erreichbar. Aus der Länge bzw. dem Gewicht der Kupferabscheidung kann die Betriebszeit nach einfachen Formeln berechnet werden.

Die Betriebszeit des nur 4,8 p schweren Bauelementes beträgt 1000 bis 50000 Stunden. Die Festlegung der jeweils gewünschten Meßzeit erfolgt über einen Vorwiderstand. Bei Überschreiten der Betriebszeit ist eine Entfernung des Zählers aus der Schaltung nicht erforderlich, da eine Automatik nach Abbau der Anode den Stromdurchgang durch das Element durch eine Erhöhung des Innenwiderstandes sperrt. Der Betrieb des Zählers erfolgt mit Gleichspannung oder pulsierender Gleichspannung, der Betriebsstrom beträgt maximal 0,8 mA.

Es werden folgende Anwendungsmöglichkeiten beschrieben:

1. Garantiezeitkontrolle

Der Einbau eines SZ 201 in elektrische Geräte, z. B. Meßgeräte, Rundfunk- und Fonogeräte, Verstärkeranlagen usw. ermöglicht es, die Garantiegewährung nicht mehr auf einen bestimmten Zeitraum, wie bisher üblich, sondern auf die tatsächliche Betriebszeit zu beziehen.

2. Kontinuierliche Betriebszeitkontrolle

Der Einbau des SZ 201 in alle Geräte einer Serie ermöglicht die Einbeziehung auch verkaufter Geräte in Lebensdaueruntersuchungen. Auf diese Weise können reelle Übersichten über Zuverlässigkeit und Reparaturanfälligkeit der fabrizierten Geräte gewonnen werden.

3. Zeitabhängiges Schalten

Die bei Ablauf der Betriebszeit entstehende Erhöhung des Innenwiderstandes von 1 kΩ auf 10 MΩ kann zur Auslösung von Schaltvorgängen in Warn- oder Steueranlagen benutzt werden. Dabei ist zu beachten, daß das Schalten um etwa 10% der Betriebszeit verzögert erfolgt.

Naumann

Fachbücher

R. R. Wassiliew und G. A. Schastowa

Informationsübertragung in der Fernwirktechnik

Übersetzung aus dem Russischen

VEB Verlag Technik, Berlin, 1963

164 Seiten, 45 Bilder, 13 Tafeln

broschiert etwa 8,80 DM

Die Hauptanwendung der Informationstheorie und die Theorie der Störfestigkeit lagen bisher auf dem Gebiet der elektrischen Nachrichtenübermittlung. Die informationstechnischen Probleme der Signal- und Informationsübertragung werden in der meß-, steuerungs- und regelungstechnischen Fachliteratur zumeist nur am Rande betrachtet.

In diesem Band werden die wichtigsten Grundlagen der Informationstheorie im Hinblick auf ihre Anwendung in der Regelungs-

und Steuerungstechnik behandelt sowie die Methoden und wichtigsten Ergebnisse der Anwendung der Theorie der potentiellen Störfestigkeit auf die Übertragung von Fernsteuer- und Fernmeßsignalen beschrieben. Die Arbeit wendet sich an alle, die in Theorie und Praxis mit der Automatisierungstechnik zu tun haben. Lediglich die elementaren Grundlagen der Wahrscheinlichkeitsrechnung sowie die Grundbegriffe der Differential- und Integralrechnung werden vorausgesetzt.

Bernhard Pabst

Anleitung zur Fehlersuche für Rundfunkmechaniker

4., berichtigte Auflage

VEB Verlag Technik, Berlin, 1962

332 Seiten, 277 Bilder, 6 Ausschlagtafeln

Halbleinen 17,50 DM

Im vorliegenden Buch hat der Autor seine Erfahrungen, die er im Laufe vieler Jahre im Reparaturdienst gesammelt hat, systematisch zusammengefaßt, so daß der Leser Richtlinien kennenlernen kann, die ihm im Bedarfsfalle eine systematische und rationelle Fehlersuche erlauben werden. Ein großer Teil des Buches ist der eigentlichen Fehlersuche gewidmet. Zu diesem Zweck hat der Autor die Schaltung eines Standardsupers in die einzelnen Funktionsstufen zerlegt. In den Prinzipbildern dieser Stufe sind die eventuell auftretenden Fehlerquellen markiert, die dann im Text erläutert werden. Hierzu werden auch die zur Fehlersuche notwendigen Prüfgeräte und Hilfsmittel angegeben und der Gang der Fehlersuche kurz beschrieben. Dies alles geschieht in einer übersichtlichen und gut verständlichen Form.
Ein anderer Teil des Buches ist den Prüf-, Abgleich- und Meßarbeiten gewidmet. Hiernach findet man eine Übersicht über die häufigsten Fehler und deren hauptsächlichen Ursachen, wobei einige typische Fehler, wie z. B. Verzerrungen, Pfeifen und Schwingen, um nur einige zu nennen, eingehender beschrieben werden. Der eigentliche Teil des Buches schließt mit einer Übersicht über die üblichen Größen der Bauelemente in den einzelnen Empfängerstufen, weiterhin mit Hinweisen auf Meßfehler sowie mit kurzen Beschreibungen einiger für Reparaturzwecke notwendigen Prüfgeräte. Die genannte Übersicht ist besonders bei Reparaturarbeiten ohne entsprechende Schaltunterlagen nützlich. In einem umfangreichen Anhang findet man weitere wichtige Hinweise, Tabellen, einige Anleitungen zum Selbstbau von Prüfgeräten und Angaben über Werkstattausrüstungen.
Als wichtige Ergänzung zu diesem Buch, besonders für den Nachwuchs und für die Amateure, ist das vom gleichen Autor verfaßte Buch „Bauelemente der Rundfunktechnik" zu empfehlen. *Orlik*

Horst Hille

Nützliche Wellen

VEB Fachbuchverlag Leipzig, 1962

178 Seiten, 135 Bilder, kartoniert 5,50 DM

Am Anfang steht auch in diesem Büchlein die Wasserwelle, mit der sich Begriffe auch der elektromagnetischen Wellen anschaulich erklären lassen. Hier scheint die Analogie manchmal etwas weit getrieben: In einer Wasserwelle kann sehr wohl ein Energietransport stattfinden! Und auch die in utopischen Romanen gleichfalls gern benutzte Idee, in einem mit Lichtgeschwindigkeit bewegten Raumschiff könne niemand altern, ist nicht neu — aber unzutreffend, wenn das Raumschiff nicht ständig beschleunigt wird. Bergsteiger haben allerdings in großen Höhen schon in einigen Meter Entfernung Schwierigkeiten, sich akustisch zu verständigen, doch liegt dies kaum an der „dünnen Luft", sondern an der starken Schallabsorption des ewigen Schnees, den man in diesen Regionen immer findet. Die Behauptung, Rundfunk-, Film- und Fernsehstudios wiesen keinen Nachhall auf, kann kein Toningenieur bestätigen, und die hierfür gegebene Begründung ist vollends falsch. Beim Kondensatormikrofon wird schließlich keine Frequenz verändert, sondern infolge der Kapazitätsänderung entsteht eine Spannungsschwankung.
Die Liste der kleinen Irrtümer ließe sich beliebig fortsetzen. Dennoch ist das vorliegende kleine Buch nicht schlecht, es erläutert mit seltener Anschaulichkeit. Sehr gut ist z. B. die Erklärung der Ausbreitungseigenschaften der verschiedenen elektromagnetischen Wellen, ebenso die Einführung in die Stereofonie. Es spricht für die Aktualität des Büchleins, daß der LASER darin zu finden ist, auch der Fernsehsatellit Telstar wurde kurz erwähnt. Das Thema „Radar" fehlt allerdings ganz.
Gesamturteil: methodisch gut, bedarf einiger fachlicher Korrekturen — aber unbedingt lesenswert. *Streng*

Werner Sparbier

Elektronik für den Fortschritt

Verlag für Radio-Foto-Kinotechnik GmbH, Berlin-Borsigwalde

292 Seiten, 439 Bilder, Kunststoffeinband 32,50 DM

Der Verfasser hat sich die Aufgabe gestellt, einen Überblick über den derzeitigen Stand der Elektronik in Westdeutschland zu geben. Es ist an die Beschäftigten der Betriebe und Institute auf dem Gebiet der Elektronik, aber insbesondere an die Ingenieure und Wirtschaftler anderer Industriezweige gerichtet und gibt ihnen anhand der vielfältigen, reich bebilderten Anwendungsbeispiele eine Übersicht der derzeitigen Anwendung der Elektronik in 17 Bereichen der westdeutschen Wirtschaft. Die Skala dieser Bereiche — sie wurde in abgeschlossenen Abschnitten dargestellt — reicht von der Nachrichtentechnik, als der klassischen Vertreterin der Elektronik, über die Stahl- und Chemieindustrie bis zur Medizin.
Auf Grund dieses weitgespannten Bogens konnte naturgemäß nur eine allgemeinverständliche Darstellung gewählt werden, die jedoch bei den speziellen Fachproblemen ein gutes Niveau aufweist. Dadurch werden auch den Elektronikern interessante und aufschlußreiche Hinweise über Probleme ihrer Nachbargebiete gegeben.
Der Verfasser stützt sich dabei auf Bild- und Textmaterial von über 120 westdeutschen Betrieben und Instituten, die elektronische Geräte herstellen bzw. anwenden. Wahrscheinlich war er jedoch als Mitarbeiter der Valvo GmbH, Hamburg, an bestimmte Konzerninteressen gebunden, so daß die Technik anderer westdeutscher Konzerne, die ebenfalls auf dem Gebiet der Elektronik arbeiten, nicht mit dargestellt wurde. *Rechtenbach*

Dieses Buch ist nur durch Kontingent über den zuständigen Kontingentträger zu beziehen.

H. Plöhn und ein Autorenkollektiv

TECHNIK-WÖRTERBUCH
Funk- und Fernmeldeanlagen

Englisch-Deutsch-Französisch-Russisch

VEB Verlag Technik, Berlin

1008 Seiten, Kunstleder 78,— DM

Technische Wörterbücher herauszugeben ist eine schwierige, ja oft undankbare Aufgabe. Wo ist die Abgrenzung zum benachbarten Fachgebiet, wo ist die Grenze zwischen Allgebrauchs- und Fachwörtern? Und der Rezensent piekt natürlich mit seinem Finger gerade auf die Stellen, für die er sich fachlich am berufensten fühlt.
Wenn nach allem Für und Wider und in Auswertung zahlreicher Vorbesprechungen dann ein fertiges Buch auf dem Tisch liegt, von dem man sagen kann, daß es dem Titel und dem Vorwort gerecht wird, freuen sich Verlag und Rezensent und damit hoffentlich auch der Benutzer.
Das vorliegende Werk soll in erster Linie denjenigen eine Hilfe geben, die in gemeinsamer Arbeit aber mit verschiedener Zunge Funk- und Fernmeldeanlagen errichten und betreiben. Technikern und Monteuren in den Partnerländern die Verständigungsschwierigkeiten überwinden zu helfen, ist die eine Aufgabe, die fremdsprachige Fachliteratur besser verstehen und auswerten zu können, eine weitere dieses Wörterbuches. Mit etwa 12000 Fachbegriffen je Sprache erfüllt es weitgehend die gestellten Anforderungen. Dabei sind in einem relativ großen Umfang auch technische Allgebrauchswörter enthalten, so daß auf die Benutzung eines zusätzlichen Wörterbuches meist verzichtet werden kann. „Anlassen", „löten" und „verpechen" stehen genauso darin wie „Abfallverzögerung", „Eingangsübertrager" und „Rufstrom". Damit will ich sagen, daß der Wortschatz wirklich umfassend ist und bei sinnvoller Anwendung gute Möglichkeiten zur Verständigung und Sprachhilfe bietet. Die Begriffe der Röhren- und Verstärkertechnik sind annähernd vollständig enthalten, ebenso die der bewickelten Bauelemente und die damit verbundene Technologie. Dagegen kommen die anderen Bauelemente, insbesondere die Kondensatoren mit ihren vielfältigen Ausführungsformen, etwas zu kurz — aber, wie schon gesagt, wo soll die Grenze gezogen werden?
Vergleicht man allerdings die beiden im Titel angegebenen Fachgebiete, so findet man eine stärkere Betonung der Fernmelde- gegenüber der Funktechnik. Das zeigt sich sowohl in der Anzahl als auch in der nicht immer korrekten Handhabung der Begriffe der Funktechnik. Eine „disc-seal-tube" ist z. B. keine „Höchstfrequenzröhre" schlechthin, sondern eben eine bestimmte Art, gekennzeichnet durch ihre Konstruktion. Die richtige Übersetzung lautet „Scheibenröhre". „Deflection valve" ist kein Elektronenschalter (electronic switch), sondern eine Ablenkröhre. Vermißt wird der Begriff „Welligkeit" in allen vier Sprachen.

Es hieße Unmögliches erwarten, wollte man Fehlerfreiheit eines solchen umfangreichen und komplizierten Werkes verlangen. Daher unterstützt der Rezensent auch den Wunsch, durch Hinweise und Vorschläge bei der Behebung von Mängeln zu helfen, handelt es sich doch um Mängel geringfügiger Art, die in keinem Fall den großen Wert dieses Buches beeinträchtigen können, für das Verfasser und Verlag volle Anerkennung verdienen.

Dr. Rohde

Karl Rothammel

Die Ultrakurzwellen — Das 2-m-Band

Band 15 der Broschürenreihe
„Der praktische Funkamateur"
2., erweiterte Auflage
Deutscher Militärverlag, Berlin
159 Seiten, kartoniert 3,50 DM

Diese kleine Broschüre wendet sich im besonderen an die Funkamateure der Gesellschaft für Sport und Technik. Ihr Inhalt ist auf das die UKW-Amateure interessierende 2-m-Band abgestimmt.
Einleitend wird die Ausbreitung der Ultrakurzwellen beschrieben. Weitere Abschnitte behandeln u. a. das Rauschen, Bauelemente für UKW-Geräte, praktische Hinweise für den Aufbau von UKW-Geräten, Probleme des 2-m-Senders und -Empfängers sowie kurze Antennenhinweise.
Die Darstellung ist gut verständlich und wird nicht nur dem UKW-Amateur viele gute Hinweise geben.

Jancke

Hagen Jakubaschk

Elektronikschaltungen für den Amateur

Band 28 der Broschürenreihe „Der praktische Funkamateur"
Deutscher Militärverlag, Berlin
110 Seiten, 41 Bilder, 1,90 DM

Über die Definition des Begriffs „Elektronik" streiten sich bereits die Koryphäen. Was gehört dazu und was nicht? Wichtiger als diese Diskussion um Formales sind die Beispiele, die zeigen, daß „Elektronik" kein kompliziertes Buch mit sieben Siegeln ist, sondern beim Einfachen beginnt. Wer wäre geeigneter als der bekannte Fachschriftsteller Hagen Jakubaschk, dem Amateur solche Elektronik-Beispiele einfach zu erklären?
Die Elektronik ist nicht nur Beschäftigungsgegenstand von Instituten und Labors. Schon eine einfache Glimmstreckenstabilisierung ist angewandte Elektronik. Es ist erstaunlich, was man aus dieser einfachen Schaltung alles „machen" kann! Glimmstrecken als Mittel zur Netzspannungssollwertkontrolle, Glimmstrecken als Spannungsbegrenzer, Glimmstrecken als Überspannungsschutz, als Durchgangsprüfer usw. Übrigens finden wir den Glimmstrecken-Durchgangsprüfer als originelle Variante zur „klassischen" Schaltung: eine Schaltung, die ihre eigene Spannungsquelle (1,5-V-Batterie) in sich „trägt". Die erforderliche Brennspannung für die Glimmstrecke erzeugt ein Transistoroszillator mit OC 821!
Glimmstrecken sind nur ein Bauelement der Elektronik. Wir lernen noch andere kennen — sei es in der Schaltung für den Transistormonitor, in elektronischen Sende-Empfangs-Umschaltern oder etwa in einer einfachen Thermostatregelschaltung. Es ist unmöglich, die Vielzahl der verschiedenen Schaltungen aufzuzählen, die uns in der kleinen Broschüre begegnen. Sie schließen sogar fotoelektrische Einrichtungen wie Dämmerungsschalter usw. ein.
Mag man darüber streiten können, ob diese oder jene Schaltung zur „Elektronik" gehört — den Amateuren wird die kleine Broschüre eine Freude sein. Hier ist jemand, der die Angst vor der komplizierten Elektronik verlieren lehrt, der zeigt, wie man selbst kleine Geräte aufbaut und daran lernt. Deshalb erfüllt die Broschüre auch eine pädagogische Mission. Kleine Beispiele lehren die Elektronik verstehen und so auch ihre Bedeutung im großen richtig würdigen.
Falls bei einer Neuauflage die veränderte Bauelementesituation unseres Binnenmarktes dies gestattet, wünschen wir uns noch eine elektronische Fotoblitzeinrichtung (ohne mechanische Zerhacker) oder auch einfache Beispiele mit Anwendungen von Ultraschall!
Einige wenige Zeichnungen bedürfen kleiner Korrekturen: Zum Beispiel ist im Bild 39a nicht ersichtlich, wo der Pluspol der 12-V-Batterie liegt. Aber sonst — höchstens Kleinigkeiten, über die man streiten kann. Die Broschüre ist gut. Wir — d. h. die Freunde der Nachrichtentechnik und Elektronik — sind gespannt, wie Jakubaschks siebenter Broschürentitel aussehen wird!

Streng

Abkürzungen der sowjetischen Fachliteratur für Funktechnik

Zusammengestellt von ALFONS DIX

5. Halbleiterbauelemente

Bezeichnung	1. KZE	2. KZE	3. KZE	Beispiel
Diode	Д	Zahl, die die lfd. Nr. der Entwicklungsreihe angibt (Fabrikationsschlüssel) (siehe Anmerkung 2—4)	Buchstabe, der besondere Parameter innerhalb der gleichen Gruppe bezeichnet (z. B. Eigenrauschen, Stromverstärkung, Sperrspannung)	Д106А
Transistor (Halbleitertrioden und -tetroden):				
a) Spitzentransistor	С			С2В
b) Flächentransistor	П			П403А
Fotodiode	ФД	—	Zahl, die die lfd. Nr. der Entwicklungsreihe angibt (Fabrikationsschlüssel)	ФД-3
Germanium-Fototransistor	ФТГ	—		ФТГ-1
Germanium-Gleichrichterventil	ВГ	siehe Anmerkung 5		ВГ-50-110
Germanium-Gleichrichterventil, wassergekühlt	ГВВ (od. ВГВ)			ГВВ-500-50
Silizium-Gleichrichterventil	ВК			ВК-100

Anmerkung:

1. Sämtliche Halbleiterbauelemente haben kein 4. KZE. Fotodioden und -transistoren haben kein 2. KZE, an seiner Stelle steht in der Typenbezeichnung ein Gedankenstrich.

2. Die als 2. KZE eingesetzte Zahl bedeutet
   a) bei Dioden (außer Fotodioden):
   1 ··· 8 = Flächen- und Spitzengermaniumdioden und -detektoren älterer Fertigung
   9 ··· 99 = Germaniumspitzendioden
   101 ··· 199 = Siliziumspitzendioden
   201 ··· 299 = Siliziumflächendioden
   301 ··· 399 = Germaniumflächendioden
   401 ··· 491 = Germanium- und Silizium-Misch- und Modulatordetektoren
   601 ··· 699 = Germanium- und Silizium-Videodetektoren
   ...
   801 ··· 899 = Zenerdioden
   ...
   1001 ··· 1099 = Gleichrichter, aus Germaniumflächendioden zusammengesetzt
   ...
   Reihe 1600 = Germaniumgleichrichter
   Die letzte Ziffer gibt die elektrischen Parameter an (z. B. Gruppierung nach der zulässigen Sperrspannung).
   b) bei Transistoren (außer Fototransistoren):
   1 ··· 7 = verschiedene Germaniumflächen- und Germaniumspitzentransistoren kleiner und großer Leistung älterer Fertigung
   8 ··· 99 = Germaniumtransistoren kleiner Leistung
   101 ··· 199 = Transistoren kleiner Leistung: П101 ··· П106 Siliziumtransistoren, die übrigen Germaniumtransistoren
   201 ··· 299 = NF-Germanium-Leistungstransistoren
   301 ··· 399 = NF-Silizium-Leistungstransistoren
   401 ··· 499 = HF-Germaniumtransistoren
   501 ··· 599 = HF-Siliziumtransistoren
   601 ··· 699 = HF-Leistungstransistoren

3. npn-Typen sind die Transistoren П8, П9, П9А, П10, П11, П101, П101А, П102, П103, П501, П501А, П502, П502А, П502Б, П502В, П503 und П503А.
   Der Leistungstransistor П201 wurde in seinen ersten Mustern mit П8 bezeichnet (Achtung bei Schaltplänen, nicht mit dem npn-Vorstufentransistor П8 neu verwechseln).

4. Für Halbleiterdioden, die vor 1957 nach älteren GOST-Normen entwickelt wurden, gelten andere Bezeichnungen:
   Nach dem 1. KZE (Д) stehen noch zwei Buchstaben, die durch einen Gedankenstrich (—) voneinander getrennt sind. Danach steht erst die Zahl (Fabrikationsschlüssel).
   Diese Buchstaben bedeuten:
   Г = Germanium, К = Silizium, Ц = Gleichrichter, С = Mischdiode, В und П = Videodetektor, И = Meßdetektor (z. B. ДГ-Ц27 = Germaniumgleichrichter; ДК-В7 = Silizium-Videodetektor).

5. Für Gleichrichterventile (für höhere Ströme) gelten andere Bezeichnungen:
   a) Bei Germanium-Gleichrichterventilen stehen nach dem 1. KZE (ВГ oder ГВВ) und einem Gedankenstrich (—) zwei durch einen Gedankenstrich getrennte Zahlen. Dabei bedeutet die erste Zahl den Wert des gleichgerichteten Stromes in A, und die zweite Zahl die Amplitude der Sperrspannung in V.
   b) Bei Silizium-Gleichrichterventilen steht nach dem 1. KZE (ВК) und einem Gedankenstrich (—) eine Zahl, die den gleichgerichteten Nennstrom in A angibt.

Neuerscheinungen des VEB Verlag Technik Berlin

Vielhauer / Wolf / Maruhn

Mathematische und elektronische Grundlagen

etwa 100 Seiten, 135 Bilder, broschiert etwa 6,— DM

In knapper, übersichtlicher Form werden in diesem Band der „Kleinen Bibliothek für Funktechniker" mathematische und elektrotechnische Grundlagen vermittelt, die zum Verständnis funktechnischer Vorgänge notwendig sind. Das Werk ist so aufgebaut, daß sich der Leser über die wichtigsten Begriffe und Beziehungen, die in der Funktechnik verwendet werden, schnell orientieren kann.
Im Abschnitt „Mathematik" wird besonderer Wert auf die Behandlung der Gleichungen, der Funktionen, der komplexen Rechnung und der trigonometrischen Funktionen gelegt. Die erläuternden Beispiele wurden aus der Schwachstromtechnik gewählt.
Der Abschnitt „Elektrotechnik" ist auf die Belange der Funktechnik ausgerichtet. Besondere Aufmerksamkeit wird den Wechselstromvorgängen gewidmet, die in der Funktechnik eine bedeutende Rolle spielen.
Zwei moderne Hilfsmittel zur Berechnung von Wechselgrößen — die Zeigerdarstellung und die komplexe Rechnung — werden besonders ausführlich erläutert.
Die „Kleine Bibliothek für Funktechniker" wird vom Ministerium für Post- und Fernmeldewesen — Bereich Rundfunk und Fernsehen — herausgegeben und ist in erster Linie für die Ausbildung des mit der Wartung von Sendern und Relaisstellen des Funk- und Fernsehdienstes beauftragten Personals sowie als Unterrichtsmaterial für die einschlägigen Lehrgänge der Deutschen Post bestimmt. Darüber hinaus ist die „Kleine Bibliothek" sehr gut für den Unterricht an den Ingenieurschulen für Elektrotechnik geeignet. Fortgeschrittene Funkamateure werden sich für diese Reihe ebenfalls sehr interessieren.

U. Köhler

Einführung in die Hoch- und Höchstfrequenztechnik

etwa 80 Seiten, 54 Bilder, 3 Tafeln, broschiert etwa 5,40 DM

Der Autor gibt in diesem Werk eine Übersicht über die physikalischen Eigenschaften und das Anwendungsgebiet hoher und höchster Frequenzen. In knapper, aber doch verständlicher Form werden die Methoden zur Erzeugung von Schwingungen, die Ausbreitungsformen elektromagnetischer Wellen, Frequenzstabilisierung, Modulationsarten und die prinzipielle Wirkungsweise von Rundfunk- und Fernsehsendern und -empfängern erläutert. Bei der Einführung in die Hochfrequenztechnik werden besonders die Unterschiede gegenüber der klassischen Hochfrequenztechnik hervorgehoben, die sich sowohl auf der Sende- als auch auf der Empfangsseite bemerkbar machen.
Der Wert des Buches liegt besonders darin, daß man sich relativ leicht einen guten Überblick über die Grundlagen und die Anwendungen der Technik hoher und höchster Frequenzen verschaffen kann. Man darf deshalb dieses Buch besonders den Lesern empfehlen, die sich durch Studium oder Lehre in dieses Gebiet einarbeiten wollen, oder Nichtfachleuten, die sich neben ihrem Beruf mit dieser Thematik befassen und vor allen Dingen den Amateuren, die über den Bau eines Detektors hinaus sind.

Wilhelm Beier

Röhrentaschenbuch

Band II

3., ergänzte und berichtigte Auflage

etwa 620 Seiten, etwa 900 Sockelschaltungen, Halbleinen etwa 18,80 DM

Dieses seit Jahren bewährte Nachschlagewerk bietet eine umfassende Zusammenstellung der wichtigsten technischen Daten und Sockelschaltungen einer großen Anzahl von Röhren, Quarzen und Halbleitern. Der vorliegende Band wurde für die 3. Auflage völlig neu bearbeitet. Abschnitte über Kristalldioden und Transistoren sowie ausführliche Halbleitervergleichstafeln wurden hinzugefügt und eine Reihe von Spezialröhren (Magnetrons, Fernsehaufnahmeröhren u. a.) neu aufgenommen.